

**STUDI LABORATORIUM AWAL PENGGUNAAN PATI  
JAGUNG SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF POLIMER  
UNTUK INJEKSI KIMIA**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik*

Oleh  
**WINANDA HARISTHA**  
**NPM 143210707**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU**

**2020**

**STUDI LABORATORIUM AWAL PENGGUNAAN PATI  
JAGUNG SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF POLIMER  
UNTUK INJEKSI KIMIA**

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan guna melengkapi syarat dalam mencapai gelar Sarjana Teknik*

Oleh  
**WINANDA HARISTHA**  
**NPM 143210707**

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERMINYAKAN  
UNIVERSITAS ISLAM RIAU  
PEKANBARU**

**2020**

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun oleh :

Nama : Winanda Haristha  
NPM : 143210707  
Program Studi : Teknik Perminyakan  
Judul Skripsi : Studi Laboratorium Awal Penggunaan Pati Jagung Sebagai Bahan Alternatif Polimer Untuk Injeksi Kimia

Telah berhasil dipertahankan di depan Dewan Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat guna memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Perminyakan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Riau

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Novia Rita, S.T., M.T ( ..... )  
Penguji I : Fiki Hidayat, S.T., M.Eng ( ..... )  
Penguji II : Tomi Erfando, S.T., M.T ( ..... )  
Ditetapkan di : Pekanbaru  
Tanggal : 18 Juni 2020

Disahkan Oleh :

**DEKAN  
FAKULTAS TEKNIK**

**KETUA PROGRAM STUDI  
TEKNIK PERMINYAKAN**

**Dr. Eng. MUSLIM, MT**

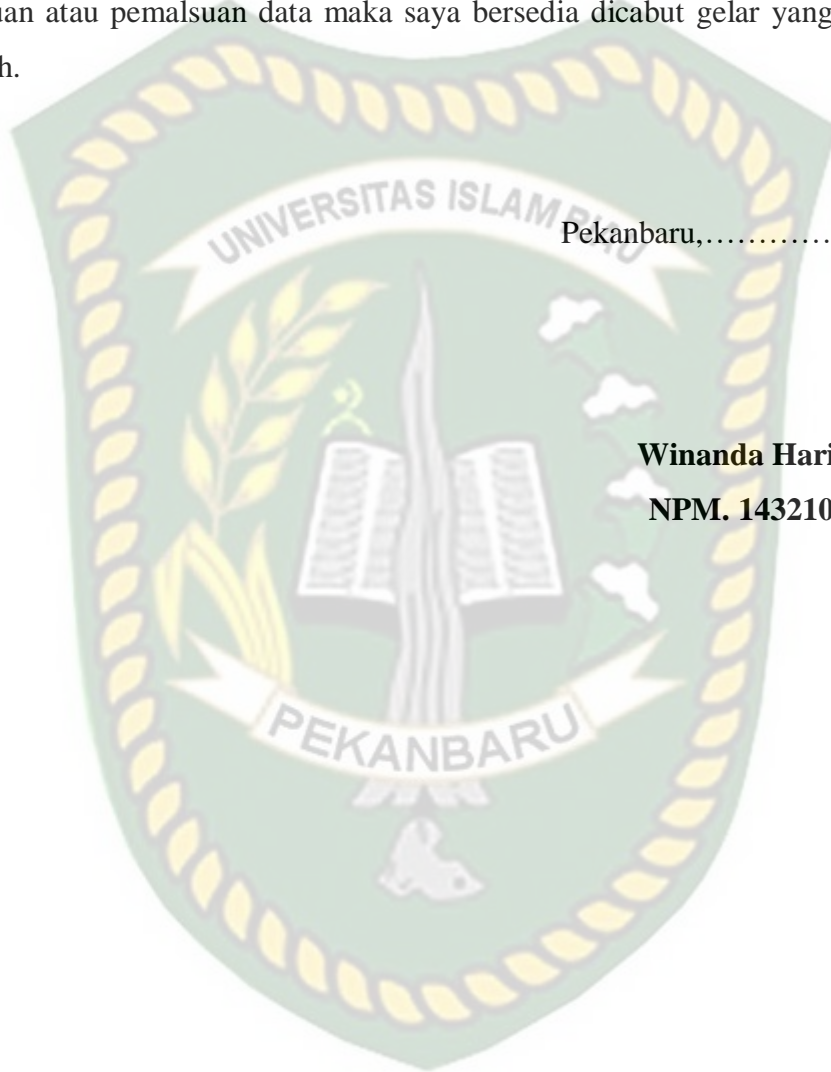
**NOVIA RITA, S.T., M.T**

## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan karya saya sendiri dan semua sumber yang tercantum didalamnya baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar sesuai ketentuan. Jika terdapat unsur penipuan atau pemalsuan data maka saya bersedia dicabut gelar yang telah saya peroleh.

Pekanbaru,.....

**Winanda Haristha**  
**NPM. 143210707**



# STUDI LABORATORIUM AWAL PENGGUNAAN PATI JAGUNG SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF POLIMER UNTUK INJEKSI KIMIA

WINANDA HARISTHA  
143210707

## ABSTRAK

Tahapan produksi minyak ada 3 tahapan, *primary recovery* (tahapan awal), *secondary recovery* (tahapan kedua), *tertiary recovery* (tahapan lanjutan). Adanya tahapan lanjutan ini guna untuk memaksimalkan produksi minyak bumi yang masih tersisa di dalam reservoir dengan menggunakan metode *Enhanced Oil Recovery*. Penggunaan metode *EOR* ini berguna untuk meningkatkan jumlah cadangan dengan cara mobilisasi sisa minyak yang terperangkap karena tidak bisa diperoleh dengan cara *secondary recovery (water flooding)*. Salah satu metode dalam tahapan *EOR* ini adalah *Polymer Flooding*. Polimer ini dibagi kepada 2 jenis yaitu polimer sintetik dan biopolimer. Pada penelitian ini membahas polimer berbasis alam (biopolimer) yang mana bahan alternatif polimernya menggunakan pati jagung. Dalam penelitian biopolimer yang terdapat pada tumbuhan tidak terlepas dari penemuan kandungan polisakarida. Polisakarida memiliki fungsi untuk meningkatkan viskositas larutan. Pada tumbuhan kandungan polisakarida dikenal dengan karbohidrat yang dimanfaatkan sebagai cadangan makanan, salah satunya terdapat pada jagung. Jagung merupakan bahan pangan yang kaya akan karbohidrat yang dapat menjadi bahan baku produk pangan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengidentifikasi karakteristik pati jagung seperti kompatibilitas, densitas, viskositas dan *shear rate* sebagai parameter awal pembuatan alternatif polimer. Penelitian ini akan diuji pada beberapa konsentrasi 500, 1.000, 1.500 dan 2.000 ppm. Kemudian hasilnya dibandingkan dengan polimer komersil seperti *Xhantan Gum* yang sudah dilakukan oleh penelitian yang lainnya. Pada pengujian ini temperatur yang digunakan dalam dua nilai temperature yaitu 70°C dan 80°C. Serta pada variasi salinitas *brine* dimulai dari 5.000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm.

Proses pengolahan pati jagung menggunakan metode ekstraksi yang menghasilkan produk akhir yaitu pati jagung dengan ukuran granula pati 100-150 *mesh*. Berdasarkan pengujian kompatibilitas yang telah dilakukan didapatkan sampel yang *compatible* sebanyak 22 sampel pati jagung dan 6 sample *xanthan gum*. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan tentang pengaruh konsentrasi, salinitas, temperatur dan *shear rate* terhadap viskositas pati jagung dan *xanthan gum* dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan konsentrasi polimer yang diberikan maka nilai viskositas dan densitas akan semakin meningkat. Namun semakin tinggi salinitas, temperatur pengujian serta *shear rate* maka viskositasnya akan semakin mengalami penurunan.

**Kata Kunci:** Densitas, Kompatibilitas, *Polimer flooding*, Polisakarida, *Shear Rate*, Viskositas.

# LABORATORY STUDY OF THE EARLY UTILIZATION OF CORN STARCH AS A POLYMER ALTERNATIVE IN CHEMICAL INJECTION

WINANDA HARISTHA  
143210707

## **ABSTRACT**

There are 3 methods of oil production, primary recovery, secondary recovery and tertiary recovery. The tertiary recovery method is used to maximize oil production that is still remaining in the reservoir using Enhanced Oil Recovery method. EOR method is used for increasing oil recovery by reducing the mobility of water as a pressing fluid for produce remaining oil that can not produce by water flooding. One of the methods is polymer flooding. Polymer used in the petroleum industry are classified into two main types, namely syntetic polymers and biopolymers. In the study of biopolymer founds in plants, can not be separated from the discovery of polysaccharide content. Polysaccharides have a function to increase the viscosity of the solution. In plants the content of polysaccharides is known as carbohydrates which are used as food reserves, one of which is found in corn starch. Therefore it is necessary to do further research to identify the characteristics of corn starch such as compatibility, density, viscosity and shear rate as initial parameters for making alternative polymers. Researcher will conduct test on polymer concentrations starting 500 ppm, 1.000 ppm, 1.500 ppm and 2.000 ppm. At temperatures of 70 °C and 80 °C respectively. As well as variations in brine salinity starting from 5.000 ppm, 30.000 ppm and 60.000 ppm.

The process of processing corn uses an extraction method that produces the final product, corn starch with 100-150 mesh starch granula. Based on polymer compatibility testing, 22 compatible samples of corn starch and 6 samples of xanthan gum were obtained. Based on testing that is done about effect of concentration, salinity, temperature and shear rate on corn starch biopolymers and xanthan gum biopolymers, it can be concluded that the grater addition of polymer concentration, the viscosity and density values will increase. But the higher salinity, test temperature and shear rate, the viscosity will decrease

**Keywords:** Density, Compatibility, Polymer flooding, Polysaccharides, Shear Rate, Viscosity.

## KATA PENGANTAR

Rasa syukur disampaikan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat dan limpahan ilmu dari-Nya saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Penulisan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Perminyakan, Universitas Islam Riau. Saya menyadari bahwa banyak pihak yang telah membantu dan mendorong saya untuk menyelesaikan tugas akhir ini serta memperoleh ilmu pengetahuan selama perkuliahan. Oleh karena itu saya ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ibu Novia Rita, ST., MT selaku Ketua Prodi serta Dosen Pembimbing Tugas Akhir, yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikiran untuk memberikan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak Tomi Erfando, ST., MT selaku Sekretaris Prodi serta dosen-dosen yang sangat banyak membantu terkait perkuliahan, ilmu pengetahuan dan hal lain yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.
3. Ibu Fitrianti, ST., MT selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan, nasihat, dan penyemangat selama menjalani perkuliahan di Teknik Perminyakan.
4. Orang tua saya dr. Muhammad Harris dan Lilies Ekarita serta keluarga saya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu yang selalu memberikan semangat dan doa, serta bantuan materil dan moral sehingga terselesaikannya tugas akhir ini.

Teriring doa saya semoga Tuhan memberikan balasan atas segala kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Pekanbaru, Juni 2020

Winanda Haristha

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	iii
ABSTRAK.....	iv
<i>ABSTRACT</i> .....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
DAFTAR SINGKATAN .....	xiii
DAFTAR SIMBOL.....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
2.1 Polimer Organik Dari Bahan Baku Lain .....	4
2.2 <i>Polymer Flooding</i> (Injeksi Polimer).....	6
2.3 Pati Jagung Sebagai Alternatif Polimer .....	7
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>9</b>
3.1 Uraian Metode Penelitian .....	9
3.2 <i>Flowchart</i> .....	10
3.3 Alat dan Bahan .....	11
4.3.1 Alat.....	11
4.3.2 Bahan .....	13
3.4 Prosedur Penelitian.....	16
3.4.1 Pembuatan Pati Jagung Sebagai Bahan Polimer .....	16
3.4.2 Pengujian Kompatibilitas Larutan Polimer .....	16
3.4.3 Pengujian Nilai Densitas dan Viskositas Pada Larutan Polimer dengan Menggunakan Alat Piknometer dan <i>Viscometer Ostwald</i> .....	18



3.4.4 Pengujian Nilai <i>Shear Rate</i> Polimer dengan Fann VG Meter....	20
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>21</b>
4.1 Kompatibilitas Polimer .....	21
4.2 Densitas Polimer .....	23
4.3 Viskositas Polimer .....	25
<b>4.3.1 Pengaruh Viskositas Polimer Terhadap Salinitas .....</b>	<b>26</b>
<b>4.3.2 Pengaruh Viskositas Terhadap Penambahan Konsentrasi Polimer .....</b>	<b>29</b>
<b>4.3.3 Pengaruh Viskositas Polimer Terhadap Kenaikan Suhu .....</b>	<b>32</b>
<b>4.3.4 Pengaruh Viskositas <i>Xanthan Gum</i> dan Pati Jagung.....</b>	<b>36</b>
4.4 <i>Shear Rate</i> Polimer .....	37
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>42</b>
5.1 Kesimpulan.....	42
5.2 Saran .....	43
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>44</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>48</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Struktur Molekul Amilosa .....	7
<b>Gambar 2.2</b> Struktur Molekul Amilopektin.....	8
<b>Gambar 3.1</b> Peralatan Yan Digunakan Pada Penelitian .....	13
<b>Gambar 3.2</b> (a) pH Sampel (b) Sampel <i>Aquadest</i> .....	14
<b>Gambar 3.3</b> Pati Jagung .....	14
<b>Gambar 3.4</b> Biopolimer <i>Xanthan Gm</i> .....	15
<b>Gambar 3.5</b> NaCl ( <i>Natrium Chloride</i> ).....	15
<b>Gambar 4.1</b> Grafik Pengaruh Salinitas Brine Terhadap Viskositas Polimer Pati Jagung Pada Suhu 70 °C.....	26
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Pengaruh Salinitas <i>Brine</i> Terhadap Viskositas Polimer Pati Jagung Pada Suhu 80°C.....	26
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Pengaruh Salinitas <i>Brine</i> Terhadap Viskositas Polimer <i>Xanthan Gum</i> Pada Suhu 70°C.....	27
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Pengaruh Salinitas <i>Brine</i> Terhadap Viskositas Polimer <i>Xanthan Gum</i> Pada Suhu 80°C .....	28
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Terhadap Viskositas Polimer Pati Jagung Pada Suhu 70°C.....	29
<b>Gambar 4.6</b> Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Terhadap Viskositas Polimer Pati Jagung Pada Suhu 80°C.....	29
<b>Gambar 4.7</b> Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Terhadap Viskositas Polimer <i>Xanthan Gum</i> Pada Suhu 70°C.....	30
<b>Gambar 4.8</b> Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Terhadap Viskositas Polimer <i>Xanthan Gum</i> Pada Suhu 80°C.....	31
<b>Gambar 4.9</b> Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas Pati Jagung Pada Salinitas 5000 ppm.....	32
<b>Gambar 4.10</b> Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas Pati Jagung Pada Salinitas 30.000 ppm .....	32
<b>Gambar 4.11</b> Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas Pati Jagung Pada Salinitas 60.000 ppm.....	33
<b>Gambar 4.12</b> Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas <i>Xanthan Gum</i> Pada Salinitas 5000 ppm .....	34

<b>Gambar 4.13</b> Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas <i>Xanthan Gum</i> Pada Salinitas 30.000 ppm.....	34
<b>Gambar 4.14</b> Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas <i>Xanthan Gum</i> Pada Salinitas 60.000 ppm.....	35
<b>Gambar 4.15</b> Perbandingan Nilai Viskositas <i>Xanthan Gum</i> (XG) dan Pati Jagung (PJ) Terhadap Konsentrasi Polimer 500 ppm pada suhu 70°C. ....	36
<b>Gambar 4.16</b> Perbandingan Nilai Viskositas <i>Xanthan Gum</i> (XG) dan Pati Jagung (PJ) Terhadap Konsentrasi Polimer 500 ppm pada suhu 80°C. ....	36
<b>Gambar 4.17</b> Grafik Pengaruh <i>Shear Rate</i> terhadap <i>Apparent Viscosity</i> Polimer Pati Jagung Pada Suhu 70°C.....	37
<b>Gambar 4.18</b> Grafik Pengaruh <i>Shear Rate</i> terhadap <i>Apparent Viscosity</i> Polimer Pati Jagung Pada Suhu 80°C.....	38
<b>Gambar 4.19</b> Grafik Pengaruh <i>Shear Rate</i> terhadap <i>Apparent Viscosity</i> Polimer <i>Xanthan Gum</i> Pada Suhu 70°C.....	39
<b>Gambar 4.20</b> Grafik Pengaruh <i>Shear Rate</i> terhadap <i>Apparent Viscosity</i> Polimer <i>Xanthan Gum</i> Pada Suhu 80°C.....	40

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> <i>State of The Art</i> .....	4
<b>Tabel 2.2</b> Kandungan Beberapa Jenis Pati.....	8
<b>Tabel 3.1</b> Jadwal Kegiatan Penelitian .....	9
<b>Tabel 3.2</b> Perhitungan Massa NaCl.....	17
<b>Tabel 3.3</b> Perhitungan Massa Polimer.....	18
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Pengamatan Kompatibilitas Polimer Pati Jagung .....	22
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Pengamatan Kompatibilitas Polimer <i>Xanthan Gum</i> .....	22
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Pengamatan Densitas Polimer Pati Jagung .....	24
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Pengamatan Densitas Polimer <i>Xanthan Gum</i> .....	24

## DAFTAR LAMPIRAN

**LAMPIRAN 1** Foto Hasil Pengamatan Polimer Pati Jagung

**LAMPIRAN 2** Foto Hasil Pengamatan Polimer *Xanthan Gum*

**LAMPIRAN 3** Tabel Hasil Uji Viskositas Dinamik Polimer Pati Jagung

**LAMPIRAN 4** Tabel Hasil Uji Viskositas Dinamik Polimer *Xanthan Gum*

**LAMPIRAN 5** Tabel Hasil Uji Shear Rate Terhadap Apperent Viscosity Polimer Jagung

**LAMPIRAN 6** Tabel Hasil Uji Shear Rate Terhadap Apperent Viscosity Polimer *Xanthan Gum*



## DAFTAR SINGKATAN

<b>C</b>	Karbon
<b>H</b>	Hidrogen
<b>O</b>	Oksigen
<b>N<sub>2</sub></b>	Nitrogen
<b>EOR</b>	<i>Enhanced Oil Recovery</i>
<b>HPAM</b>	<i>Hydrolyzed Polyacrylamide</i>
<b>NaCl</b>	<i>Sodium Chloride</i>
<b>rpm</b>	<i>Rate Per Minute</i>
<b>ppm</b>	<i>Parts Per Million</i>
<b>cSt</b>	<i>CentiStroke</i>
<b>cP</b>	<i>CentiPoise</i>
<b>gr</b>	Gram
<b>mg</b>	Miligram
<b>kg</b>	Kilogram
<b>ml</b>	Mililiter
<b>s</b>	<i>Seconds</i>
<b>cm</b>	Sentimeter
<b>m</b>	Meter
<b>µm</b>	Mikrometer
<b>M<sub>1</sub></b>	Konsentrasi larutan sebelum pengenceran
<b>V<sub>1</sub></b>	Volume larutan sebelum pengenceran
<b>M<sub>2</sub></b>	Konsentrasi larutan sesudah pengenceran
<b>V<sub>2</sub></b>	Volume larutan sesudah pengenceran

## DAFTAR SIMBOL

$^{\circ}\text{C}$	Temperatur dalam <i>celcius</i>
$\rho$	Massa jenis suatu zat
$m$	Massa suatu zat
$v$	Volume suatu zat
$\mu_{kin}$	Viskositas kinematik
$\mu_{din}$	Viskositas dinamik
$\mu_a$	<i>Apparent Viscosity</i> (Viskositas nyata)
$C$	Konstanta alat
$t$	Waktu alir
$d$	Densitas cairan
$\gamma$	<i>Shear Rate</i>
$\tau$	<i>Shear Stress</i>
$C$	<i>Dial reading</i>
@	pada



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tahapan produksi minyak itu ada 3 tahap, *primary recovery* (tahapan awal), *secondary recovery* (tahapan kedua), *tertiary recovery* (tahapan lanjutan). Adanya tahapan lanjutan ini guna untuk memaksimalkan produksi minyak bumi yang masih tersisa di dalam reservoir dengan menggunakan metode *Enhanced Oil Recovery (EOR)*.

Polimer digunakan sebagai *mobility control agent* yang berfungsi untuk merubah *waterflooding* menjadi *polymerflooding* (Zaitoun et al., 2012). Dalam penelitian menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi polimer yang paling baik pada konsentrasi 2.000mg/L menunjukkan kenaikan hasil *recovery factor* (Rahmanto, Sudibjo, & Kasmungin, 2017). Kenaikan perolehan minyak berdasarkan pengujian beberapa konsentrasi dari 1.000, 1.500, 2.000 dan 2.500 ppm larutan polimer telah diuji coba pada lapangan Daqing *Oil Field* dan menunjukkan peningkatan 10-20% *recovery factor* yang cukup signifikan (Denney, 2015).

Adapun beberapa alasan lebih banyak digunakan *polymer flooding* yaitu teknik aplikasinya relatif sederhana menggunakan *waterflooding*, biaya yang diperlukan relatif kecil, dan *recovery* yang didapat relatif besar (Arina & Kasmungin, 2015). Polimer yang larut dalam air yang digunakan dalam industri minyak dan gas menurut (Audibert-Hayet, Rousseau, McGregor, & Nicora, 1999) diklasifikasikan ke dalam 3 jenis utama yaitu polimer sintetik, polimer berbasis alam dan biopolimer. Polimer sintetik atau yang sering disebut *polyacrylamides* yang sering digunakan dalam *polymer flooding* berupa *partially hydrolyzed polyacrylamide* (HPAM) (Abidin, Puspasari, & Nugroho, 2012). Menurut penelitian (Parera & D.E.A., 2010) HPAM memiliki kelemahan mudah terdegradasi karena temperature dan salinitas yang tinggi. Biopolimer yang sering digunakan berupa *xhantan gum* atau yang dikenal *polysaccharide* (polisakarida). Meskipun *xhantan gum* tahan terhadap salinitas yang tinggi, harganya relatif cukup mahal dan memiliki kerentanan suhu tertentu agar tidak terdegradasi di



dalam reservoir. Polimer berbasis alam yang menghasilkan monomer organik bersumber dari protein, lignin, pati, kitosan, selulosa dan karet (Coniwanti, Laila, & Alfira, 2014). Dalam penelitian kali ini akan membahas tentang polimer yang berbasis alam yaitu pati jagung sebagai bahan alternatif pembuatan polimer pada *chemical injection*.

Jagung merupakan bahan pangan kaya akan sumber karbohidrat yang dapat menjadi bahan baku aneka produk pangan. Jagung dapat tumbuh dengan baik di daerah beriklim sedang yang panas, daerah beriklim subtropis yang basah dan di daerah tropis. Jagung relatif kurang membutuhkan pemeliharaan dan dapat tumbuh tanpa banyak persyaratan sehingga bisa ditanam pada hampir semua jenis tanah. Volume jagung yang diproduksi per September tahun 2018 sebesar 30,1 juta ton. Produksi jagung nasional meningkat rata-rata 12,49% per tahun, dengan kenaikan produktivitas 1,42% (Badan Pusat Statistik, 2019).

Biji jagung kaya akan karbohidrat. Kandungan karbohidrat dapat mencapai 80% dari seluruh bahan kering biji jagung. Karbohidrat dalam bentuk pati umumnya berupa campuran amilosa dan amilopektin. Untuk bisa dijadikan polimer, pati harus memiliki kandungan amilosa 15-35% dan amilopektin 70-85%. Sedangkan menurut Swinckle tahun 1990, pati jagung memiliki kandungan amilosa 17% sedangkan amilopektinnya 83%.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kompatibilitas dari polimer organik berbahan dasar pati jagung terhadap *brine*.
2. Mengetahui nilai dari densitas, viskositas dan *shear rate* pada masing-masing konsentrasi 500, 1.000, 1.500 dan 2.000 ppm polimer berbahan alternatif polimer.
3. Mengetahui perbandingan nilai densitas, viskositas, dan *shear rate* dari polimer berbahan dasar pati jagung dengan polimer komersil (*xanthan gum*) yang digunakan saat ini.

## 1.3 Manfaat Penelitian

Berdasarkan dari penulisan proposal penelitian kali ini terdapat beberapa manfaat antara lain sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi polimer berbasis alam yang mudah diperoleh di sekitar kita dan ramah lingkungan sebagai bahan baku alternatif pembuatan polimer agar dapat digunakan sebagai *polymer flooding* pada *EOR*.
2. Diharapkan menjadi penelitian awal sebagai perbandingan untuk penelitian mengenai polimer berbahan dasar alam.
3. Hasil penelitian diharapkan dapat dipublikasikan ke dalam Jurnal Nasional Terakreditasi.

#### 1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini tidak keluar dari tujuan yang diharapkan, maka pada topik penelitian kali ini dibatasi pada beberapa hal antara lain sebagai berikut:

1. Pemilihan konsentrasi polimer yang digunakan pada penelitian ini adalah 500 ppm, 1.000 ppm, 1.500 ppm dan 2.000 ppm.
2. Salinitas air formasi (*brine*) yang digunakan pada penelitian kali ini sebesar 5.000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm.
3. Uji temperatur dilakukan pada temperatur 70° dan 80°C.
4. Polimer komersil yang digunakan sebagai pembanding dalam pengujian kompatibilitas, densitas dan *shear rate* adalah *xanthan gum*.
5. Dalam penelitian ini tidak membahas masalah keekonomian penggunaan polimer berbahan dasar pati jagung dan *xanthan gum*.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

Alhamdulillah kita telah diberi kesempatan oleh Allah SWT untuk menjalani kehidupan di bumi ini dengan segala rahmat dan nikmat rezeki-Nya telah tersedia, sebagaimana Allah SWT. yang dimana telah diciptakannya langit dan bumi sebagai mana Allah SWT telah berfirman dalam QS. Saad ayat:27 yang artinya:”Dan kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya tanpa hikmah, yang demikian itu adalah anggapan orang-orang kafir maka celakalah orang-orang kafir itu,karena mereka akan masuk neraka”.

Dimana pada QS AL-Mulk ayat 15 menyatakan bahwa “Dia-lah yang menjadikan bumi untuk kalian yang mudah dijelajahi,maka jelajahilah disegala penjurunya dan makanlah sebagian dari rezekinya-lah kamu (kembali setelah) dibangkitkan” dari beberapa ayat tersebut mengisyaratkan bahwasanya allah telah menciptakan langit dan bumi untuk kita manusia hidup dan pada ayat berikutnya yang dimana mengatakan bahwasanya Allah SWT telah menjadikan bumi ini mudah untuk dijelajahi agar manusia mampu untuk bekerja dan berusaha mendapatkan rezeki darinya

#### 2.1 Polimer Organik Dari Bahan Baku Lain

Adapun beberapa referensi yang hampir sejalan dengan konsep yang diangkat sebagai panduan untuk menghasilkan sesuatu hal yang baru dan agar tidak melakukan pengulangan penelitian, maka dapat dilihat pada Tabel 2.1 *State Of The Art* dari penelitian berikut ini:

**Tabel 2.1 *State of The Art***

No	Judul Penelitian	Bahan Baku	Metode Produksi	Hasil dan Pemanfaatanya
1.	Plastik Ramah Lingkungan Dari Polikaprolakton Dan Pati Tapioka Dengan Penambahan <i>Refined Bleached And Deodorized Palm Oil</i> (RBDPO)	Tapioka	Metode pembuatan nya menggunakan proses ekstraksi hingga menjadi bubuk pati tapioka	Pati Tapioka memiliki kadar amilosa mencapai 20-30% Pemanfaatan : Campuran

	Sebagai Pemplastis Alami			pembuatan Biopastik
	(Hasan, Arcana, Sulastri, Rusman, & Hanum, 2007)			
2.	Rekayasa Biopolimer Jerami Padi dengan Teknik Kopolimerisasi Cangkok dan Taut Silang	Jerami Padi	kopolimerisasi cangkok akrilamida dan taut silang N,N'-metilena-bis-akrilamida sebagai suatu upaya rekayasa biopolimer dari selulosa	Komposisi jerami padi menghasilkan selulosa 36,5%, Pemanfaatan : Pembuatan Biopolimer
3.	Konversi Kelapa Menjadi Catalytic Pyrolysis Upgrading-nya	Limbah Sawit Bio-Oil Fast dan	Cangkang Sawit dan Tandan Kosong Sawit Metode impregnasi konvensional dilakukan untuk sintesis katalis Co-Mo/C. Lalu Pencucian dan pemanasan.	Kandungan Selulosa yang dihasilkan meliputi : - Tandan Kosong : 39 % - Cangkang Sawit : 20.8 % Pemanfaatan : Campuran pembuatan Bio-Oil
4.	Pemanfaatan Biji Durian (Zibethinus Murr.) Dan Pati Sagu (Metroxylon Sp.) Dalam Pembuatan Bioplastik	Pati (Durio Murr.) Sagu	Biji Durian dan Sagu Pembuatan dilakukan dengan metode pengestraksian hingga menjadi prodak pati kering	Kadar amilosa dan amilopektin berturut-turut dalam (%): - Biji Durian (26 ; 74) - Sagu (23 ; 63) Pemanfaatan : Pembuatan Bioplastik
5.	Pengaruh Penambahan Selulosa dari Tanaman Gondok	Eceng Gondok	Ekstraksi, tahap penghilangan Hemiselulosa, tahap delignifikasi dan	Polimer super absorben yang dihasilkan dengan rasio 10% berat

	Crassipes) Dalam Pembuatan Biopolimer Superabsorben		Bleaching yaitu dilarutkan dengan 500 ml H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 1,5% dan dipanaskan selama 3 jam.	selulosa. Pemanfaatan : Pembuatan Biopolimer Superabsorben
	(Heriyanto, Firdaus, & Destiani, 2015)			
6.	Study Pengaruh Kandungan Dan Umbi-Umbian Terhadap Karakteristik Plastik Biodegradable Dengan Plastizicer	Pengaruh Amilosa Dan Amilopektin Fisik Kayu)	Umbi-Umbian (Pati Sagu, Pati Garut, Pati Ubi Kayu)	Pembuatan serbuk pati dengan cara pengeringan dan mengekstraksi
	(Nisah, 2017)			Kadar amilosa dan amilopektin berturut-turut dalam (%): - Pati sagu (21.7 ; 62.51) - Pati Garut (19.4 ; 59.35) - Pati Ubi Kayu (18.0 ; 60.15)  Pemanfaatan: Campuran Bioplastik

## 2.2 Polymer Flooding (Injeksi Polimer)

*Polymer flooding* seperti *polyacrylamides* dan *polysaccharides* efektif untuk meningkatkan *mobility ratio* dan mengurangi *permeability kontras* (Muhandri, 2007). Dengan demikian hal itu dapat meningkatkan faktor perolehan minyak. Dengan beranggapan bahwa penginjeksian polimer dan gel, larutan injeksi tersebut harus masuk semua ke lapisan dalam waktu yang sama dengan nilai tergantung pada tingkat permeabilitas di setiap zona. Pengalihan *waterflooding* ke *polymer flooding* dilakukan ketika *water cut* pada suatu sumur melebihi 92%. *Polymer flooding* akan lebih efektif digunakan untuk menurunkan *water cut* (Sheng, Leonhardt, & Azri, 2015).

Jenis polimer yang umum digunakan pada injeksi kimia untuk meningkatkan perolehan minyak adalah *xhantan gum* dan *polyacrylamide*. Polimer tersebut dapat larut dalam air. *Polyacrylamide* relatif tahan terhadap serangan bakteri yang ada dalam reservoir tapi cenderung dapat menurunkan permeabilitas batuan. Contoh produk *polyacrylamide* adalah *KYPAM HPAM* (Wicaksono & Yuliansyah, 2015).

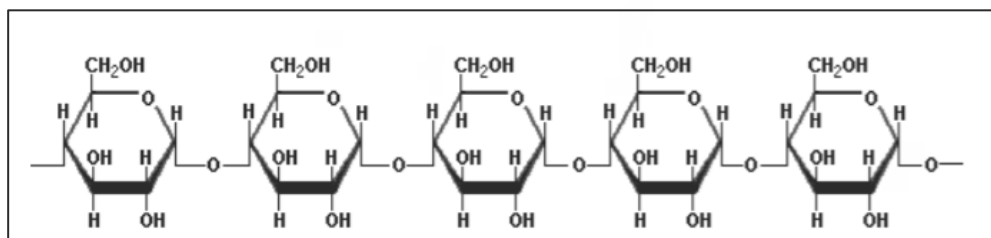
Ketika minyak didorong oleh air, *oil/water mobility ratio*-nya akan menjadi tinggi sehingga hal tersebut dapat mengalami *water fingering* pada reservoir. *Fingering* terjadi karena viskositas air sebagai fluida pendesak lebih rendah dibanding fluida minyak yang didesak (H. Eni, 2007). Namun dengan menginjeksikan larutan polimer ke dalam reservoir, *oil/water mobility ratio*-nya akan jauh berkurang dan perpindahan fluida meningkat secara merata untuk mengangkat volume yang lebih besar. Dengan demikian *viscoelasticity* dari larutan polimer dapat menggantikan sisa minyak di dalam pori-pori kecil yang tidak dapat diproduksi oleh *waterflooding*.

### 2.3 Pati Jagung Sebagai Alternatif Polimer

Jagung merupakan bahan pangan kaya akan sumber karbohidrat yang dapat menjadi bahan baku produk pangan. Jagung dapat tumbuh dengan baik di daerah beriklim sedang yang panas, daerah beriklim subtropis yang basah dan di daerah tropis. Jagung relatif tidak membutuhkan pemeliharaan yang khusus dan dapat ditanam pada hampir semua jenis tanah (Suriadi, 1992). Tingkat produktivitas jagung di Indonesia sudah cukup tinggi. Volume jagung yang diproduksi per September tahun 2018 sebesar 30,1 juta ton. Produksi jagung nasional meningkat rata-rata 12,49% per tahun, dengan kenaikan produktivitas 1,42% (Badan Pusat Statistik, 2019).

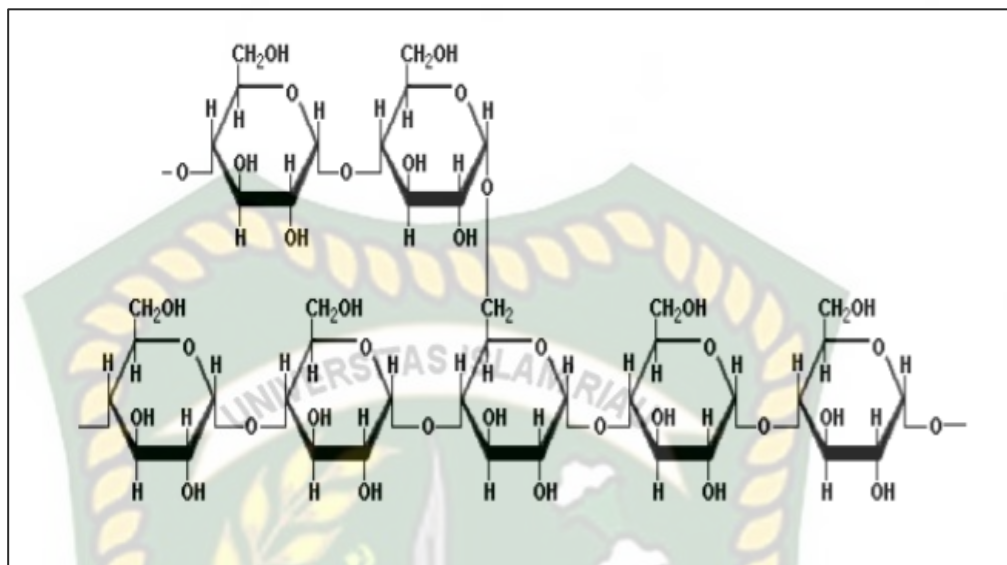
Pati adalah salah satu polimer alami yang tersusun dari struktur yang disebut amilopektin (bercabang) dan amilosa (lurus). Pati dapat diperoleh dengan cara mengekstraksi dari tanaman yang kaya akan karbohidrat seperti sagu, singkong, gandum dan ubi jalar. Namun sifat pati tergantung pada jenisnya dan cara penyimpanannya (Cornelia et al., 2013).

Amilosa merupakan polimer dengan ikatan  $\alpha$ -(1,4) dari unit glukosa.



Gambar 2.1 Struktur Molekul Amilosa

Amilopektin sama seperti amilosa juga memiliki  $\alpha$ -(1,4) pada rantai lurus, serta ikatan  $\beta$ -(1,6) pada titik percabangannya.



**Gambar 2.2 Struktur Molekul Amilopektin**

Pada beberapa jenis pati dapat dilihat sifat, kandungan amilosa dan amilopektin pada **Tabel 2.2** berikut ini:

**Tabel 2.2 Kandungan Beberapa Jenis Pati**

Jenis Pati	Ukuran Granula ( $\mu\text{m}$ )	Amilosa (%)	Amilopektin (%)	Suhu Gelatinisasi ( $^{\circ}\text{C}$ )
Kentang	5-100	21	79	60-65
Jagung	2-30	28	72	75-80
Gandum	1-45	26	74	80-85
Tapioka	4-35	17	83	60-66

(Swinkels, 1990)

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Uraian Metode Penelitian

Penelitian ini berjudul Studi Laboratorium Awal Penggunaan Pati Jagung Sebagai Bahan Alternatif Polimer Untuk Injeksi Kimia. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Reservoir Teknik Perminyakan Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Metode yang digunakan berupa *experiment research*. Adapun jadwal kegiatan yang akan dilakukan selama melakukan penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1

**Tabel 3.1 Jadwal Kegiatan Penelitian**

Tahapan Penelitian	2019 s.d 2020															
	Des				Jan				Feb				Maret			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi Literatur																
Persiapan bahan untuk pengujian																
Persiapan alat dan bahan penelitian																
Pengolahan jagung menjadi pati																
Pengenceran Polimer dan Pembuatan <i>brine</i>																
Uji kompatibilitas polimer																
Uji densitas polimer																
Uji viskositas polimer																
Uji <i>shear rate</i> polimer																
Pengolahan data																
Analisis hasil penelitian dan pembahasan																



### 3.2 Flowchart



### 3.3 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam proses penyelesaian penelitian kali ini, dijelaskan pada sub-bab berikut :

#### 4.3.1 Alat

Beberapa alat yang digunakan didalam penelitian kali ini sebagian berikut:



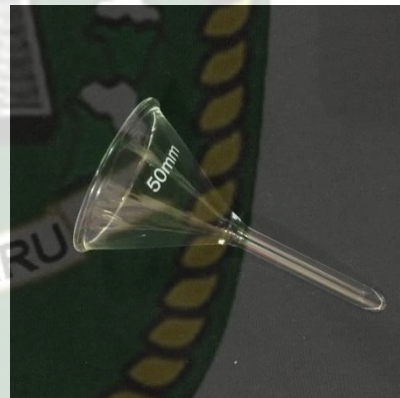
a. Aluminium Foil



b. Ayakan



c. Balp (Bola Karet)



d. Corong Gelas



e. Fan VG Meter



f. Gelas Kimia



g. Gelas Ukur



h. Heater



i. Magnetic Stirrer



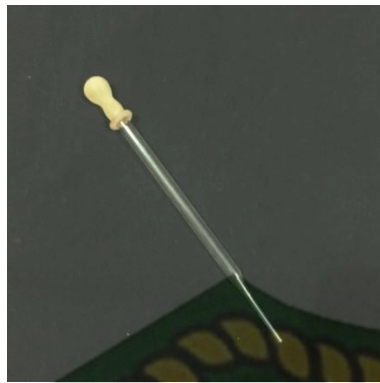
j. Timbangan Digital



k. Oven



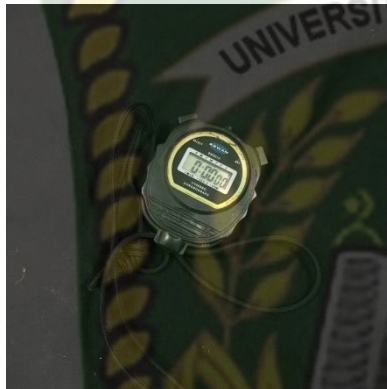
l. Piknometer



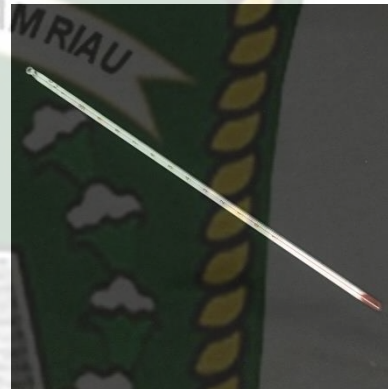
m. Pipet Tetes



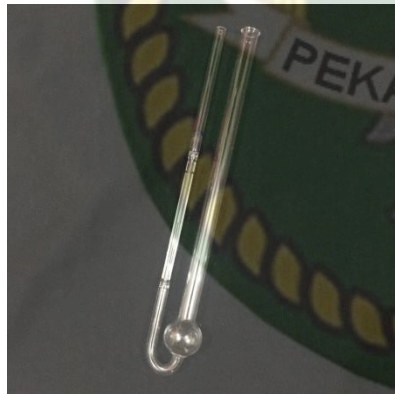
n. Rak dan Tabung Reaksi



o. Stopwatch



p. Termometer Batang

q. *Viscometer Ostwald*

**Gambar 3.1 Peralatan Yan Digunakan Pada Penelitian**

#### 4.3.2 Bahan

Pada Penelitian kali ini, peneliti menggunakan beberapa bahan alami dan sintetik dalam membuat larutan polimer serta zat kimia untuk menurunkan dan meningkatkan kandungan salinitas *brine*. Beberapa bahan yang digunakan didalam penelitian kali ini sebagai berikut:

a. *Aquadest*

Zat pelarut lainnya yang digunakan pada penelitian kali ini adalah *aquadest* dengan pH sampel 6,49. *Aquadest* digunakan sebagai zat pelarut untuk menurunkan konsentrasi salinitas *brine* pada skenario 5.000 ppm.



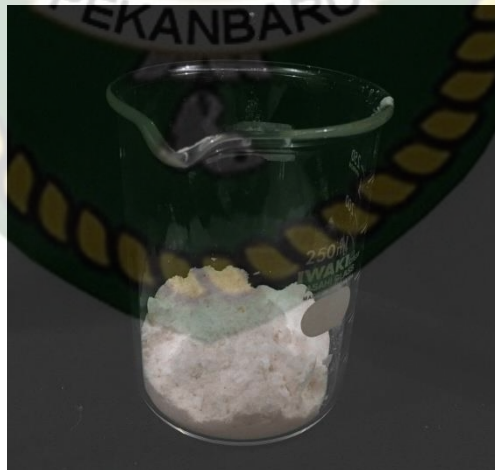
(a)

(b)

**Gambar 3.2 (a) pH Sampel (b) Sampel *Aquadest***

b. Pati Jagung

Bahan polimer alam yang digunakan pada penelitian kali ini berupa hasil ekstraksi biji jagung yang telah dijadikan pati jagung kering.



**Gambar 3.3 Pati Jagung**

c. Biopolimer *Xanthan Gum*

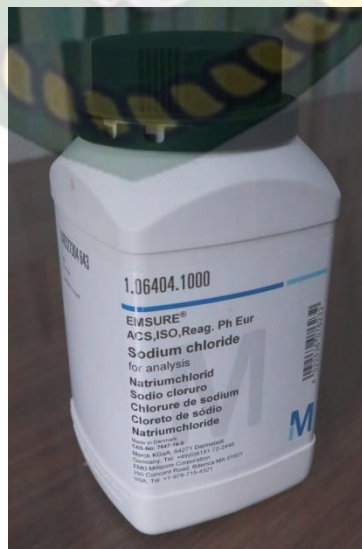
Bahan polimer komersil yang digunakan sebagai pembanding terhadap pengukuran kompatibilitas, densitas, viskositas dan *shear rate* pada penelitian ini yaitu jenis biopolimer *Xanthan Gum*.



**Gambar 3.4 Biopolimer *Xanthan Gum***

d. NaCl (*Natrium Chloride*)

Zat kimia yang digunakan sebagai zat terlarut untuk meningkatkan salinitas *brine* pada penelitian kali ini adalah NaCl (*Natrium Chloride*) teknis *Made in Denmark* CAS-No: 7647-14-5. NaCl ini digunakan sebagai zat terlarut untuk meningkatkan salinitas *brine* pada skenario 5.000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm.



**Gambar 3.5 NaCl (*Natrium Chloride*)**

### 3.4 Prosedur Penelitian

Berikut beberapa langkah percobaan yang digunakan dalam penelitian kali ini sebagai berikut:

#### 3.4.1 Pembuatan Pati Jagung Sebagai Bahan Polimer

Pati jagung dibuat dengan metode basah yaitu dengan memisahkan biji jagung sebanyak 500gr untuk direndam selama 36 jam di dalam larutan Natrium bisulfit 0,2% sebanyak 1000ml agar warna dari pati jagungnya menjadi putih. Kemudian pati tersebut dihaluskan menggunakan blender dan dilakukan pencucian. Setelah proses penghalusan selesai, pati diekstrak dengan menambahkan air sebanyak 3000ml dan disaring menggunakan kain kasa. Kemudian pati basah dapat diperoleh, pati harus dipisahkan dari protein dengan menambahkan larutan NaOH 0,1N sebanyak 100ml. Endapan pati tersebut ditambahkan methanol untuk melarutkan NaOH yang digunakan untuk memisahkan protein sebanyak 200ml dan dikeringkan pada suhu 50°C selama 12 jam. Setelah proses pengeringan, pati tersebut diayak dengan menggunakan ayakan 150 mesh (Suarni, Firmansyah, & Aqil, 2015).

#### 3.4.2 Pengujian Kompatibilitas Larutan Polimer

Berdasarkan penelitian yang dilakukan H Eni, 2007, uji kompatibilitas adalah uji *screening* paling awal untuk mengetahui apakah suatu jenis larutan polimer kompatibel atau tidak dengan berbagai konsentrasi air formasi (*brine*). Pengujian kompatibilitas larutan dinyatakan berhasil apabila larutan berwarna jernih dan tidak terdapat endapan ataupun emulsi. Uji kompatibilitas pada *thermal stability* dilakukan untuk mengetahui ketahanan sampel larutan terhadap *screening criteria* polimer pada suhu reservoir 60-94°C dalam kurun waktu tertentu (Yasahardja, Setiawan, & Prihantini, 2017). Sampel larutan polimer pati biji durian yang berhasil pada uji kompatibilitas tersebut akan dilanjutkan dengan pengujian viskositas dan *shear rate*-nya. Adapun tahapan prosedur pengujian kompatibilitas antara lain sebagai berikut:

##### 1. Pembuatan larutan *brine*

Menyiapkan 3 sampel larutan *brine* dengan konsentrasi 5.000, 30.000, 60.000 ppm dengan melarutkan NaCl pada *aquadest*, sebagai contoh membuat larutan *brine* dengan salinitas 5.000 ppm :

$$\text{NaCl } 5.000 \text{ ppm} = \frac{5.000 \text{ mg}}{1.000.000 \text{ ml}} \times 1000 \text{ ml} = 5 \text{ gr}$$

- Menyiapkan dan mengisi gelas ukur dengan *aquadest* sebanyak 1.000 ml.
- Menimbang NaCl (solid) dengan wadah kaca arloji sebanyak 5gr pada neraca digital.
- Meletakkan gelas kimia di atas *magnetic stirrer* dengan kecepatan mengaduk yang diinginkan untuk melarutkan NaCl dan *aquadest* hingga larutan bercampur homogen.
- Setelah tercampur sempurna tuang larutan *brine* ke dalam botol.
- Mengulangi tahapan pembuatan larutan *brine* untuk salinitas 5.000, 30.000 dan 60.000 ppm, dengan hasil perhitungannya ditunjukkan pada tabel berikut:

**Tabel 3.2 Perhitungan Massa NaCl**

Salinitas NaCl (ppm)	Massa NaCl (gr)
30.000	30
60.000	60

## 2. Pembuatan Larutan Polimer Berbahan Pati Jagung

Menyiapkan 4 buah larutan polimer pati jagung dengan konsentrasi 500, 1.000, 1.500 dan 2.000 ppm dengan zat pelarut berupa larutan *brine* yang telah dibuat sebelumnya. Sebagai contoh membuat larutan polimer pati jagung terhadap larutan *brine* dengan konsentrasi polimer 500 ppm :

$$\text{Polimer } 500 \text{ ppm} = \frac{500 \text{ mg}}{1.000.000 \text{ ml}} \times 200 \text{ ml} = 0,1 \text{ gr}$$

- Menyiapkan dan mengisi gelas ukur dengan larutan *brine* sebanyak 200 ml.
- Menimbang Pati Jagung (solid) dengan wadah kaca arloji sebanyak 0,1 gr pada neraca digital.
- Meletakkan gelas kimia di atas *magnetic stirrer* dengan suhu gelatinitas pati 75-80°C dengan kecepatan mengaduk yang diinginkan hingga granula pati mengeluarkan gel dan larutan bercampur secara sempurna.
- Setelah tercampur sempurna, saring dan tuang larutan ke dalam botol.
- Mengulangi pembuatan larutan polimer pada konsentrasi 1.000, 1.500 dan 2.000 ppm, dengan hasil perhitungan yang ditunjukkan pada tabel berikut:



**Tabel 3.3 Perhitungan Massa Polimer**

Konsentrasi Polimer (ppm)	Massa Polimer (gr)
500	0,1
1000	0,2
1500	0,3
2000	0,4

3. Kemudian setiap sampel dimasukkan kedalam masing-masing tabung reaksi sebanyak 10 ml dan ditutup dengan *aluminium foil* untuk mencegah penguapan.
4. Masukkan tabung reaksi yang berisi larutan polimer dan *brine* kedalam *oven* untuk menguji *thermal stability* dengan skenario temperatur reservoir yaitu 70°C dan 80 °C selama 2 jam.
5. Mengamati hasil yang terjadi, larutan polimer dinyatakan bagus bila air terlihat jernih dari awal pengamatan hingga akhir.

### 3.4.3 Pengujian Nilai Densitas dan Viskositas Pada Larutan Polimer dengan Menggunakan Alat Piknometer dan *Viscometer Oswald*

Pengujian viskositas pada larutan polimer dilakukan untuk mengetahui nilai kekentalan dari suatu fluida. Alat yang digunakan pada pengujian viskositas berupa *Viscometer Oswald*. Sebelum melakukan pengujian viskositas, terlebih dahulu mengukur nilai densitas larutan menggunakan piknometer. Adapun tahapan prosedur pengujiannya antara lain sebagai berikut :

1. Menentukan denisitas larutan polimer dengan menggunakan piknometer (Harjiyanti, Pramono, 2013).

Berat jenis suatu larutan disebut juga sebagai densitas. Nilai dari suatu densitas larutan dinyatakan dalam satuan gram per mili-liter atau (gr/ml). Adapun persamaan rumus menghitung densitas sebagai berikut :

$$\rho = \frac{m' - m}{v} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

- m : Massa piknometer kosong, gr  
m' : Massa piknometer berisi cairan, gr  
v : Volume piknometer (24,665 ml), ml

Adapun prosedur pengukuran densitas larutan dengan menggunakan alat piknometer berupa sebagian berikut :

- a. Menyiapkan piknometer dengan volume 25 ml.
  - b. Timbang piknometer dalam keadaan kosong pada timbangan digital.
  - c. Mengisi piknometer dengan larutan polimer hingga penuh lalu ditutup.
  - d. Menimbang massa piknometer yang berisi larutan polimer dengan timbangan digital lalu catat hasilnya.
  - e. Mengulang prosedur pada jenis larutan yang ingin di ukur densitasnya, lalu hitung densitas larutan dengan persamaan diatas.
2. Menentukan Viskositas Larutan Polimer dengan menggunakan *Viscometer Ostwald* (Santoso & Kasmungin, 2017).

Kekentalan suatu larutan disebut juga sebagai viskositas. Nilai dari suatu viskositas larutan dinyatakan dalam satuan *centipoise* atau (cP). Adapun persamaan rumus menghitung viskositas sebagai berikut:

$$\mu_{kin} = C \times t \dots\dots\dots(3)$$

$$\mu_{din} = d \times \mu_{kin} \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

$\mu_{kin}$  = viskositas kinetik (cst atau *centi stroke*)

$C$  = konstanta alat *Viscometer Ostwald* ( $0,4994 \text{ cst.s}^{-1}$ )

$t$  = waktu alir (detik)

$\mu_{din}$  = viskositas dinamik (cP)

$d$  = densitas cairan (gr/ml)

Adapun prosedur pengukuran viskositas larutan dengan menggunakan alat *viscometer ostwald* berupa sebagian berikut :

- a. Menyiapkan *viscometer oswald* dan larutan polimer.
- b. Memasukan 10 ml larutan polimer kedalam *viscometer oswald*.
- c. Hisap cairan yang berada pada *viscometer oswald* menggunakan *filler* (bola karet) hingga berada 2 cm diatas batas atas *ostwald*.
- d. Lepas *filler* dan biarkan cairan turun melewati batas atas.
- e. Jalankan *stopwatch* dan ukur waktu pengaliran larutan polimer dari batas atas menuju batas bawah *ostwald*.

f. Mencatat waktu pengaliran, dan menghitung nilai viskositas.

### 3.4.4 Pengujian Nilai *Shear Rate* Polimer dengan Fann VG Meter

Menurut penelitian Wicaksono et al. (2015) untuk menentukan *shear rate* larutan polimer dalam skala laboratorium dapat menggunakan alat yang bernama Fann VG Meter. Adapun prosedur pengukuran *shear rate* menggunakan alat Fann VG Meter berupa sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat dan bahan yang digunakan untuk menentukan *shear rate*.
2. Memasukan larutan polimer kedalam bejana hingga menyentuh batas bejana.
3. Memposisikan bejana yang telah terisi larutan pada tempatnya, selanjutnya mengatur kedudukan rotor dan *bob* sampai tercelup ke dalam larutan polimer hingga batas yang telah ditentukan.
4. Menggerakkan rotor dengan kecepatan 600 rpm pada posisi *high* dan 300 rpm pada posisi *low* kemudian baca skala (*dial*) hingga mencapai keseimbangan dan mencatat harga yang ditunjukkan oleh skala.
5. Melakukan kembali percobaan ke-4 dengan kecepatan 200, 100 rpm dengan cara yang sama, lalu catat hasil pembacaan skalanya.

Setelah mendapatkan hasil dari setiap pembacaan skala (*dial*) pada Fann VG Meter, kemudian untuk menentukan harga *shear rate*-nya gunakan persamaan sebagai berikut :

$$\gamma = 1,704 \times \text{rpm} \dots \dots \dots (5)$$

$$\tau = 5,077 \times C \dots \dots \dots (6)$$

$$\mu_a = \left( \frac{5,077 \times C}{\gamma} \right) \times 100 \dots \dots \dots (7)$$

Dimana :

$$\gamma = \text{Shear rate, } \text{secon}^{-1}$$

$$\tau = \text{Shear stress, } \text{dyne/cm}^2$$

$$\text{rpm} = \text{Revolution per minute dari rotor}$$

$$C = \text{Dial reading, derajat}$$

$$\mu_a = \text{Apparent Viscosity (cP)}$$

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Kompatibilitas Polimer

Uji kompatibilitas termaksud uji *screening* paling awal untuk mengetahui apakah suatu jenis larutan polimer *compatible* atau tidak dengan berbagai konsentrasi *brine*. Kadar kegaraman atau salinitas merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi adsorpsi polimer. Pengujian kompatibilitas larutan dinyatakan berhasil apabila larutan berwarna jernih dan tidak terdapat endapan ataupun gumpalan (Hestuti Eni, Suwartiningsih, & Sugihardjo, 2008). Uji kompatibilitas pada *thermal stability* dilakukan untuk mengetahui ketahanan sampel larutan terhadap *screening criteria* polimer pada suhu reservoir 60-94°C (Yasahardja et al., 2017). Penting untuk menguji stabilitas larutan dan termal karena jika suatu larutan tidak stabil (fase tunggal) dan mengendap di dalam formasi maka itu akan memblokir pori-pori dan merusak formasi (Syed, Idris, Mohshim, Yekeen, & Buriro, 2019).

Penentuan kompatibilitas dilakukan pada setiap konsentrasi polimer. Kemudian dipanaskan menggunakan *oven* pada suhu 70°C dan 80°C. Setelah dipanaskan selama 2 jam dapat dilihat sampel yang mana saja yang kompatibel. Sampel yang kompatibel dapat diketahui jika larutannya jernih atau tidak ada yang menggumpal dan homogen. Sedangkan untuk sampel yang tidak kompatibel larutannya akan terlihat keruh dan ada endapan. Pada hasil pengamatan dapat dilihat polimer pati jagung yang kompatibel ada 22 sampel dan yang tidak kompatibel ada 2 sampel. Namun pada hasil pengamatan kompatibilitas pada polimer *xanthan gum* yang kompatibel ada 6 sampel dan yang tidak kompatibel ada 18 sampel. Hasil pengamatan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

**Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Kompatibilitas Polimer Pati Jagung**

Konsentrasi Salinitas	Konsentrasi Polimer	Keadaan Larutan	
		@70°C	@80°C
5000 ppm	500 ppm	Jernih	Jernih
	1000 ppm	Jernih	Jernih
	1500 ppm	Jernih	Jernih
	2000 ppm	Jernih	Jernih
30.000 ppm	500 ppm	Jernih	Jernih
	1000 ppm	Keruh	Jernih
	1500 ppm	Jernih	Jernih
	2000 ppm	Jernih	Jernih
60.000 ppm	500 ppm	Jernih	Jernih
	1000 ppm	Jernih	Jernih
	1500 ppm	Jernih	Jernih
	2000 ppm	Keruh	Jernih

**Tabel 4.2 Hasil Pengamatan Kompatibilitas Polimer *Xanthan Gum***

Konsentrasi Salinitas	Konsentrasi Polimer	Keadaan Larutan	
		@70°C	@80°C
5000 ppm	500 ppm	Jernih	Jernih
	1000 ppm	Keruh	Keruh
	1500 ppm	Keruh	Keruh
	2000 ppm	Keruh	Keruh
30.000 ppm	500 ppm	Jernih	Jernih
	1000 ppm	Keruh	Keruh
	1500 ppm	Keruh	Keruh
	2000 ppm	Keruh	Keruh
60.000 ppm	500 ppm	Jernih	Jernih
	1000 ppm	Keruh	Keruh
	1500 ppm	Keruh	Keruh
	2000 ppm	Keruh	Keruh

Dalam hasil pengamatan kompatibilitas pati jagung yang ditunjukkan pada **tabel 4.1** setelah dimasukkan kedalam *oven* pada suhu 70°C dan 80°C selama 2 jam, menunjukkan bahwa polimer *compatible* dengan ditunjukkannya tidak terbentuknya endapan dan gumpalan dengan skenario konsentrasi rendah yaitu 500 ppm pada salinitas 5.000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm, konsentrasi polimer 1.000 ppm dengan salinitas 5.000 dan 60.000 ppm, konsentrasi polimer 1.500 ppm dengan salinitas 5.000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm. Serta pada konsentrasi polimer 2.000 ppm dengan salinitas 5.000 ppm dan 30.000 ppm di suhu 70°C, sedangkan pada suhu 80°C polimer yang *compatible* ada di semua konsentrasi polimer dan salinitas *brine*, lalu dalam hasil pengamatan kompatibilitas *xanthan gum* yang ditunjukkan pada **tabel 4.2** menunjukkan bahwa *xanthan gum compatible* pada konsentrasi rendah yaitu 500 ppm pada salinitas 5.000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm pada suhu 70°C dan 80°C.

#### 4.2 Densitas Polimer

Berat jenis suatu larutan disebut juga sebagai densitas. Nilai dari suatu densitas larutan dinyatakan dalam satuan gram per mili-liter atau (gr/ml). Uji densitas atau masa jenis suatu polimer penting di lakukan untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap penambahan konsentrasi bahan. Penentuan denisitas larutan polimer dilakukan dengan menggunakan sebuah alat yang bernama piknometer (Harjiyanti, Pramono, 2013).

Pengukuran nilai densitas polimer dilakukan menggunakan *pycnometer*. Sampel yang sudah dipanaskan pada suhu 70°C dan 80°C diukur pada masing-masing konsentrasi salinitas *brine* 5.000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm. Berikut adalah hasil dari penentuan densitas polimer yang disajikan pada tabel:

**Tabel 4.3 Hasil Pengamatan Densitas Polimer Pati Jagung**

Konsentrasi Salinitas	Konsentrasi Polimer	Densitas Pati Jagung (gr/cm <sup>3</sup> )	
		@70°C	@80°C
5000 ppm	500 ppm	0,9901	0,9884
	1000 ppm	0,9929	0,9913
	1500 ppm	0,9945	0,9929
	2000 ppm	0,9961	0,9933
30.000 ppm	500 ppm	1,0051	0,9978
	1000 ppm	1,0091	0,9990
	1500 ppm	1,0124	0,9998
	2000 ppm	1,0148	0,9998
60.000 ppm	500 ppm	1,0262	1,0257
	1000 ppm	1,0270	1,0262
	1500 ppm	1,0326	1,0266
	2000 ppm	1,0339	1,0274

**Tabel 4.4 Hasil Pengamatan Densitas Polimer Xanthan Gum**

Konsentrasi Salinitas	Konsentrasi Polimer	Densitas Xanthan Gum (gr/cm <sup>3</sup> )	
		@70°C	@80°C
5000 ppm	500 ppm	1,0128	1,0091
	1000 ppm	1,0132	1,0103
	1500 ppm	1,0140	1,0107
	2000 ppm	1,0144	1,0116
30.000 ppm	500 ppm	1,0322	1,0314
	1000 ppm	1,0334	1,0326
	1500 ppm	1,0343	1,0330
	2000 ppm	1,0355	1,0339
60.000 ppm	500 ppm	1,0525	1,0513
	1000 ppm	1,0537	1,0521
	1500 ppm	1,0549	1,0537
	2000 ppm	1,0557	1,0549

Dalam hasil pengamatan densitas pada skenario temperatur 70°C dan 80°C terhadap penambahan konsentrasi polimer 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm dan 2000 ppm dengan variasi *brine* dengan salinitas 5000 ppm, 30000 ppm dan 60000 ppm yang ditunjukkan pada **tabel 4.3** dengan bahan pati jagung dan **tabel 4.4** dengan bahan *xanthan gum*, kedua bahan menunjukkan terjadinya kenaikan nilai densitas seiring dengan penambahan konsentrasi polimer dan *brine*. Hal ini disebabkan karena bertambahnya bobot massa bahan kedalam zat pelarut yang menyebabkan bertambahnya densitas polimer tersebut. Namun seiring dengan kenaikan temperatur menyebabkan densitas polimer akan mengalami penurunan dikarenakan seiring bertambahnya panas atau kalor pada fluida akan mengakibatkan jarak antara partikel-partikel fluida semakin menjauh, sehingga dalam volume yang sama, jumlah partikelnya akan berkurang yang menyebabkan densitas atau masa jenis fluida akan menurun (Irawansyah & Kamal, 2017).

#### 4.3 Viskositas Polimer

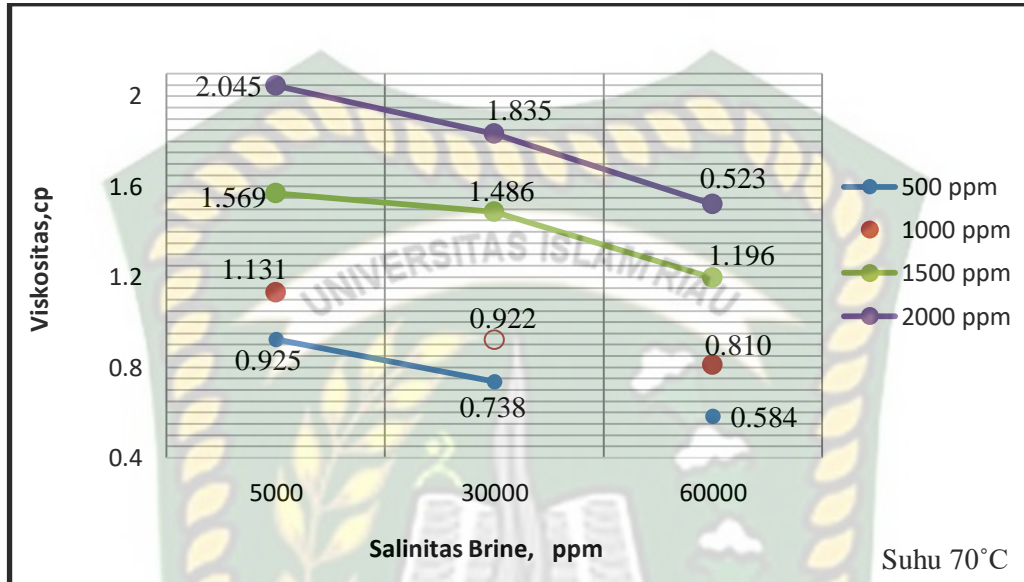
Uji viskositas termaksud uji *screening* polimer sebelum polimer di injeksi ke dalam reservoir. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui kekentalan larutan polimer yang digunakan karena polimer memiliki fungsi untuk menurunkan mobilitas *water (mobility control)* dengan begitu *mobility ratio water* akan menurun yang membuat *sweep efficiency* air akan maksimal untuk mendesak minyak (Widyarso, Swadesi, Wibowo, & Sudarmoyo, 2006). Kekentalan suatu larutan disebut juga sebagai viskositas. Nilai dari suatu viskositas larutan dinyatakan dalam satuan *centipoise* atau (cP). Pada pengujian viskositas kali ini terdapat 2 sampel bahan yaitu Pati Jagung dan *Xanthan Gum* yang digunakan sebagai pembanding. Uji viskositas dilakukan pada *thermal stability* dilakukan untuk mengetahui ketahanan sampel larutan terhadap *screening criteria* polimer pada suhu reservoir 60-94°C (Yasahardja et al., 2017).

Pengukuran nilai viskositas polimer dilakukan menggunakan *Viscosimeter Ostwald*. *Viscosimeter Ostwald* digunakan untuk cairan Newtonian. Penentuan viskosimeter ini dilakukan dengan mengukur waktu yang diperlukan untuk mengalirnya cairan dalam pipa kapiler dari garis atas ke garis bawah. Viskositas berbanding lurus dengan waktu alirnya. Jika semakin besar nilai viskositas suatu cairan maka semakin besar pula waktu alir cairan tersebut. Sampel yang sudah

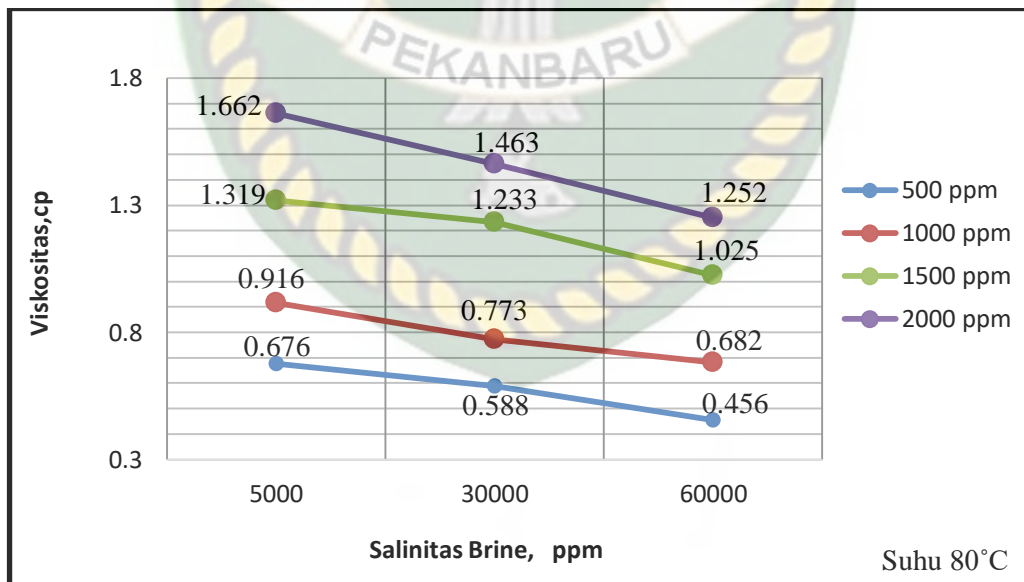


dipanaskan pada suhu 70°C dan 80°C diukur pada masing-masing konsentrasi salinitas 5.000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm. Berikut hasil pengamatan penentuan viskositas:

#### 4.3.1 Pengaruh Viskositas Polimer Terhadap Salinitas



Gambar 4.1 Grafik Pengaruh Salinitas Brine Terhadap Viskositas Polimer Pati Jagung Pada Suhu 70 °C

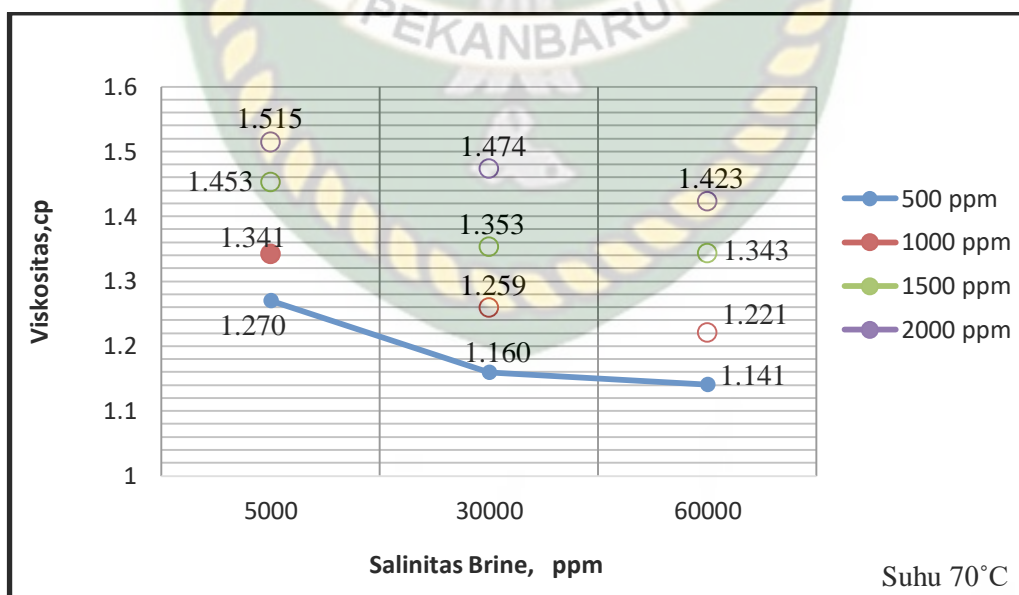


Gambar 4.2 Grafik Pengaruh Salinitas Brine Terhadap Viskositas Polimer Pati Jagung Pada Suhu 80°C

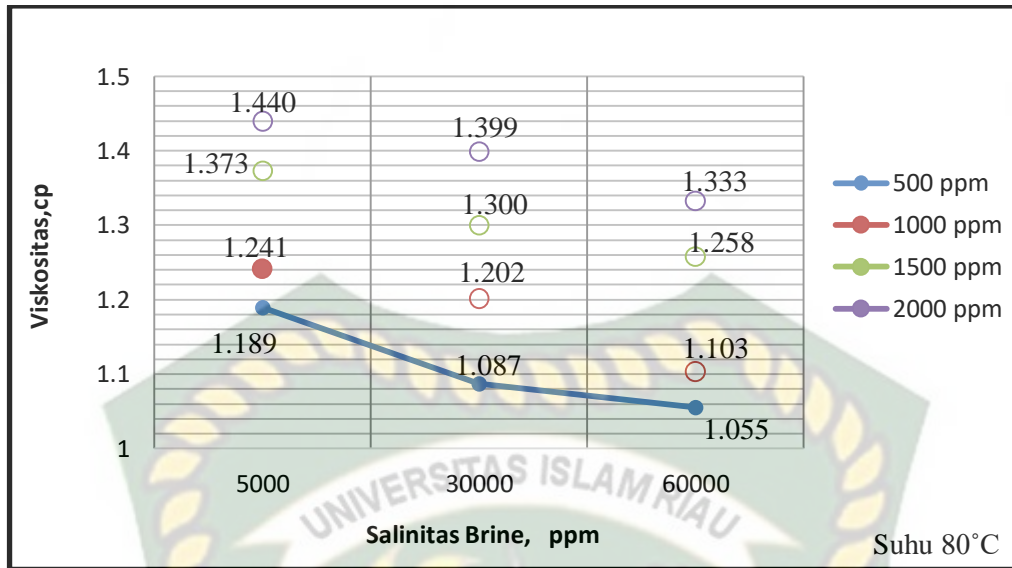
Dari kedua grafik pengaruh salinitas *brine* terhadap viskositas polimer pati jagung pada skenario temperatur 70°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.1** dan

temperatur 80°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.2** terhadap skenario konsentrasi polimer 500 ppm, 1.000 ppm, 1.500 ppm dan 2.000 ppm dengan variasi *brine* dengan salinitas 5.000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm yang ditunjukkan pada gambar tersebut. Terdapat 22 larutan pati jagung dinyatakan *compatible* atau dikatakan berhasil pada uji kompatibilitas. Pada kedua grafik tersebut dapat dilihat bahwa konsentrasi *brine* berbanding terbalik dengan nilai viskositasnya. Semakin tinggi salinitas *brine* maka nilai viskositasnya semakin rendah.

Pada suhu 70°C dan 80°C didapati nilai viskositas paling tinggi pada konsentrasi *brine* 5.000 ppm dan konsentrasi polimer 2.000 ppm berturut-turut yaitu 2,045 cp dan 1,662 cp. Sedangkan untuk nilai viskositas yang paling rendah terdapat pada konsentrasi *brine* 60.000 ppm dan konsentrasi polimer 500 ppm berturut-turut yaitu 0,584 cp dan 0,456 cp. Dari hasil yang didapat menunjukkan bahwa terjadinya penurunan viskositas pada polimer pati jagung seiring dengan bertambahnya salinitas. Menurut Wicaksono et al., (2015) hal ini dikarenakan pada kandungan salinitas air formasi terdapat ion-ion logam yang menarik rantai-rantai cabang dari polimer yang berasal dari garam yang menyebabkan rantai polimer menjadi lebih pendek, hal inilah yang membuat viskositas dari polimer menjadi menurun seiring bertambahnya salinitas.



**Gambar 4.3** Grafik Pengaruh Salinitas *Brine* Terhadap Viskositas Polimer *Xanthan Gum* Pada Suhu 70°C



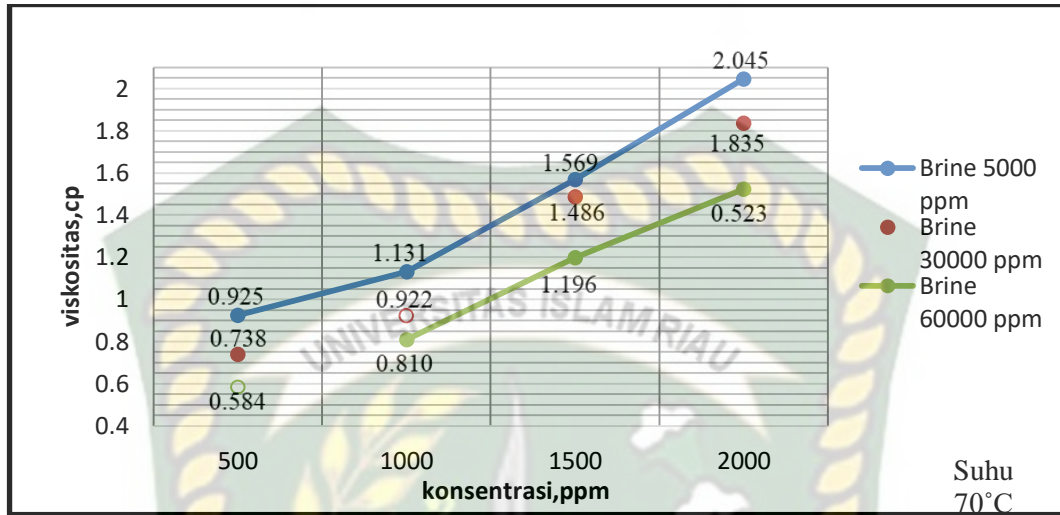
**Gambar 4.4 Grafik Pengaruh Salinitas *Brine* Terhadap Viskositas Polimer *Xanthan Gum* Pada Suhu 80°C**

Dari kedua grafik pengaruh salinitas air formasi terhadap viskositas polimer *xanthan gum* pada skenario temperatur 70°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.3** dan temperatur 80°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.4** terhadap skenario konsentrasi polimer 500 ppm, 1.000 ppm, 1.500 ppm dan 2.000 ppm dengan variasi air formasi dengan salinitas 5.000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm yang ditunjukkan pada gambar tersebut. Terdapat 6 larutan *xanthan gum* dinyatakan *compatible* atau dikatakan berhasil pada uji kompatibilitas. Pada kedua grafik tersebut dapat dilihat bahwa konsentrasi *brine* berbanding terbalik dengan nilai viskositasnya. Semakin tinggi salinitas *brine* maka nilai viskositasnya semakin rendah.

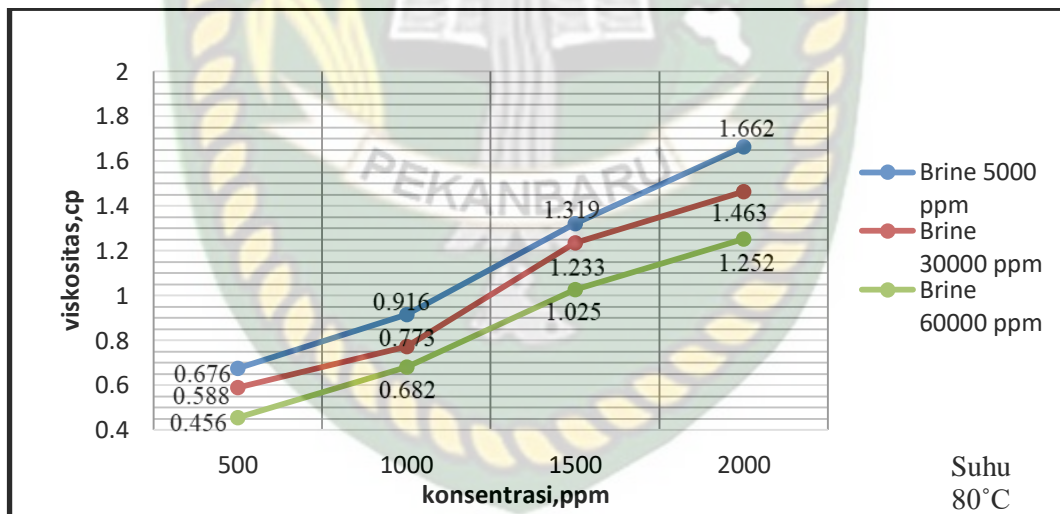
Pada suhu 70°C dan 80°C didapati nilai viskositas paling tinggi pada konsentrasi *brine* 5.000 ppm dan konsentrasi polimer 2.000 ppm berturut-turut yaitu 1,515 cp dan 1,440 cp. Sedangkan untuk nilai viskositas yang paling rendah terdapat pada konsentrasi *brine* 60.000 ppm dan konsentrasi polimer 500 ppm berturut-turut 1,141 cp dan 1,055 cp. Dari hasil yang didapat menunjukkan bahwa terjadinya penurunan viskositas pada polimer pati jagung seiring dengan bertambahnya salinitas. Menurut Wicaksono et al., (2015) hal ini dikarenakan pada kandungan salinitas air formasi terdapat ion-ion logam yang menarik rantai-rantai cabang dari polimer yang berasal dari garam yang menyebabkan rantai

polimer menjadi lebih pendek, hal inilah yang membuat viskositas dari polimer menjadi menurun seiring bertambahnya salinitas.

#### 4.3.2 Pengaruh Viskositas Terhadap Penambahan Konsentrasi Polimer



Gambar 4.5 Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Terhadap Viskositas Polimer Pati Jagung Pada Suhu 70°C

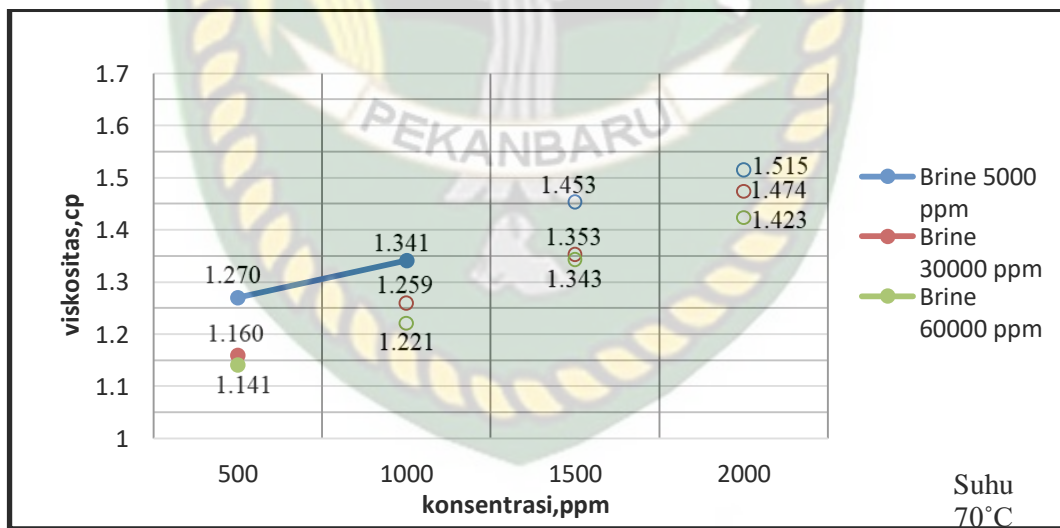


Gambar 4.6 Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Terhadap Viskositas Polimer Pati Jagung Pada Suhu 80°C

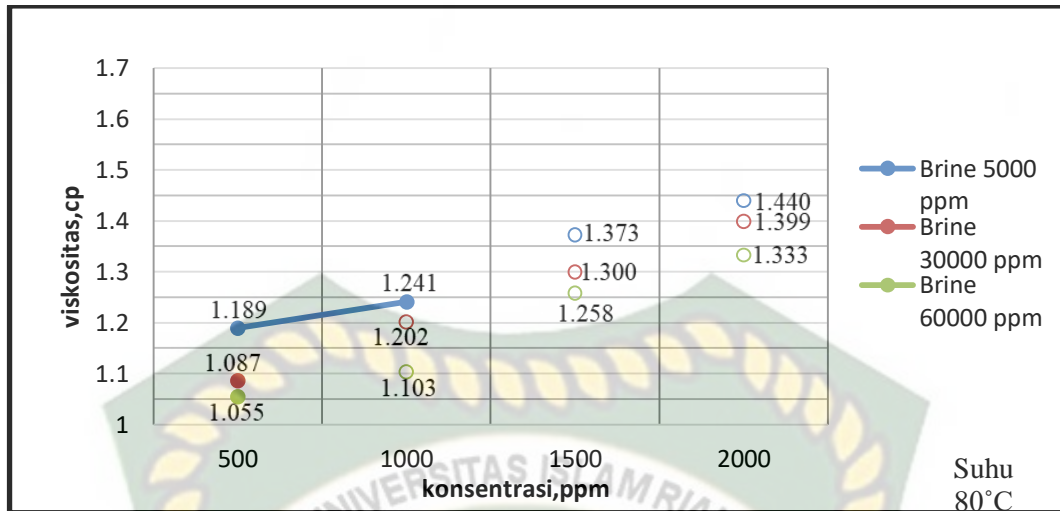
Dari kedua grafik pengaruh penambahan konsentrasi terhadap viskositas polimer pati jagung pada skenario temperatur 70°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.5** dan temperatur 80°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.6** terhadap skenario konsentrasi polimer 500 ppm, 1.000 ppm, 1.500 ppm dan 2.000 ppm dengan variasi air formasi dengan salinitas 5.000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm yang

ditunjukkan pada gambar tersebut. Terdapat 22 larutan pati jagung dinyatakan *compatible* atau dikatakan berhasil pada uji kompatibilitas. Pada kedua grafik tersebut dapat dilihat bahwa konsentrasi polimer berbanding lurus dengan nilai viskositas. Semakin tinggi konsentrasi polimer maka semakin tinggi juga nilai viskositas cairan tersebut.

Pada suhu 70°C dan 80°C didapati nilai viskositas paling tinggi pada konsentrasi polimer 2.000 ppm dan konsentrasi *brine* 5.000 ppm berturut-turut yaitu 2,045 cp dan 1,662 cp. Sedangkan untuk nilai viskositas yang paling rendah terdapat pada konsentrasi polimer 500 ppm dan konsentrasi *brine* 60.000 ppm berturut-turut 0,584 cp dan 0,456 cp. Dari hasil yang didapat menunjukkan bahwa terjadinya kenaikan viskositas pada polimer pati jagung seiring dengan bertambahnya konsentrasi pati jagung. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya massa bahan semakin banyak pula gelatinitas yang terbentuk yang bersumber dari granula (amilosa/amilopektin) pada pati yang terdapat pada zat pelarut, hal inilah yang menyebabkan terjadinya kenaikan viskositas polimer pati jagung tersebut (Richana & Sunarti, 2004; Zulaidah, 2012).



**Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Terhadap Viskositas Polimer *Xanthan Gum* Pada Suhu 70°C**

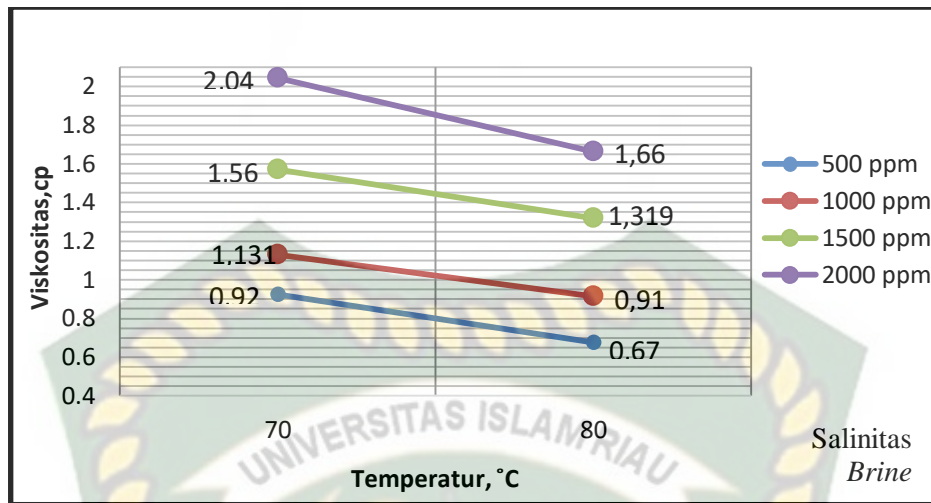


**Gambar 4.8 Grafik Pengaruh Penambahan Konsentrasi Terhadap Viskositas Polimer *Xanthan Gum* Pada Suhu 80°C**

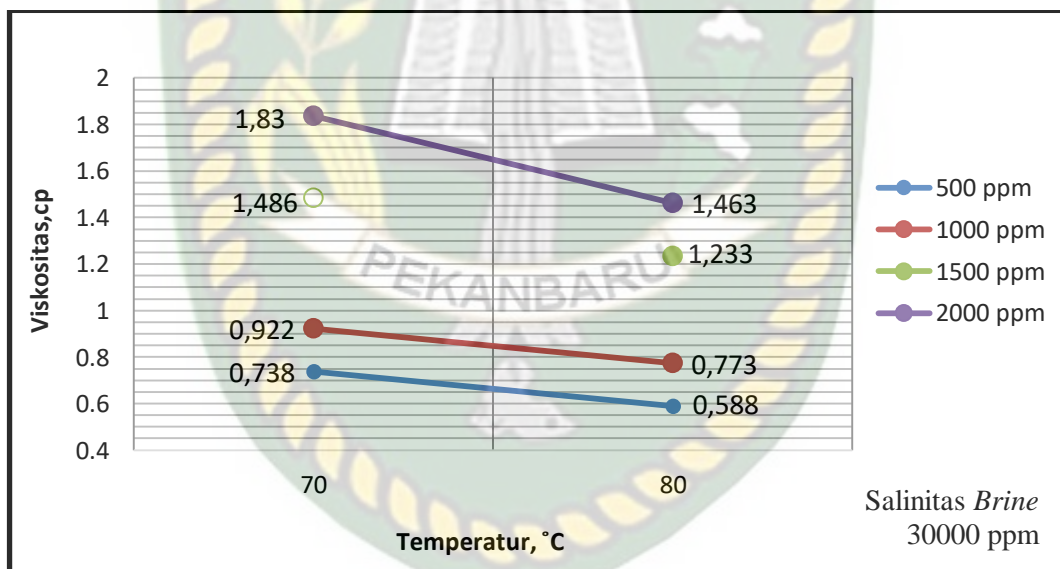
Dari kedua grafik pengaruh penambahan konsentrasi terhadap viskositas polimer *Xanthan Gum* pada skenario temperatur 70°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.7** dan temperatur 80°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.8** terhadap skenario konsentrasi polimer 500 ppm, 1.000 ppm, 1.500 ppm dan 2.000 ppm dengan variasi air formasi 5.000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm yang ditunjukkan pada gambar tersebut. Terdapat 6 larutan *xanthan gum* dinyatakan *compatible* atau dikatakan berhasil pada uji kompatibilitas.

Pada suhu 70°C dan 80°C didapati nilai viskositas paling tinggi pada konsentrasi polimer 2.000 ppm dan konsentrasi *brine* 5.000 ppm berturut-turut yaitu 1,515 cp dan 1,440 cp. Sedangkan untuk nilai viskositas yang paling rendah terdapat pada konsentrasi polimer 500 ppm dan konsentrasi *brine* 60.000 ppm berturut-turut 1,141 cp dan 1,055 cp. Dari hasil yang didapat menunjukkan bahwa terjadinya kenaikan viskositas pada polimer *xanthan gum* seiring dengan bertambahnya konsentrasi *xanthan gum*. Hal ini disebabkan karena semakin bertambahnya massa bahan semakin banyak pula gelatinitas yang terbentuk yang bersumber dari amilosa dan amilopektin yang terdapat pada glukosa *xanthan gum* tersebut, hal inilah yang menyebabkan terjadinya kenaikan viskositas polimer *xanthan gum* tersebut (Richana & Sunarti, 2004; Zulaidah, 2012).

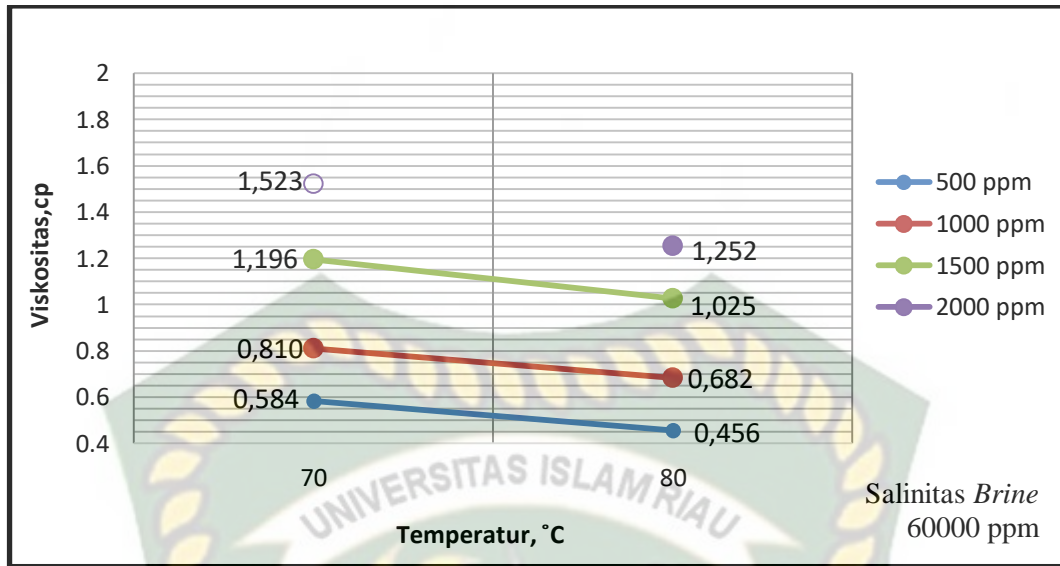
### 4.3.3 Pengaruh Viskositas Polimer Terhadap Kenaikan Suhu



Gambar 4.9 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas Pati Jagung Pada Salinitas 5000 ppm



Gambar 4.10 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas Pati Jagung Pada Salinitas 30.000 ppm

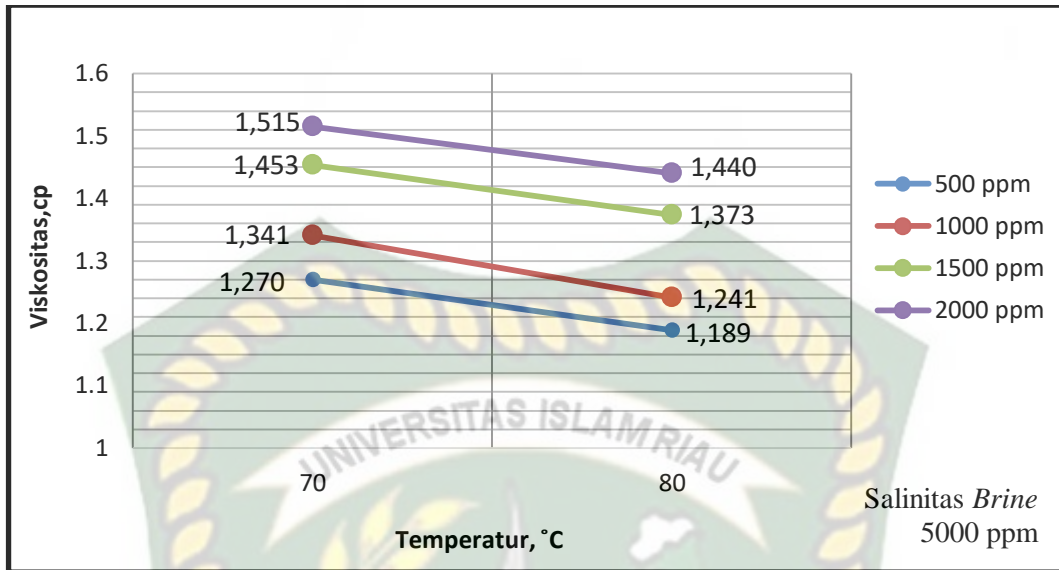


**Gambar 4.11 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas Pati Jagung Pada Salinitas 60.000 ppm**

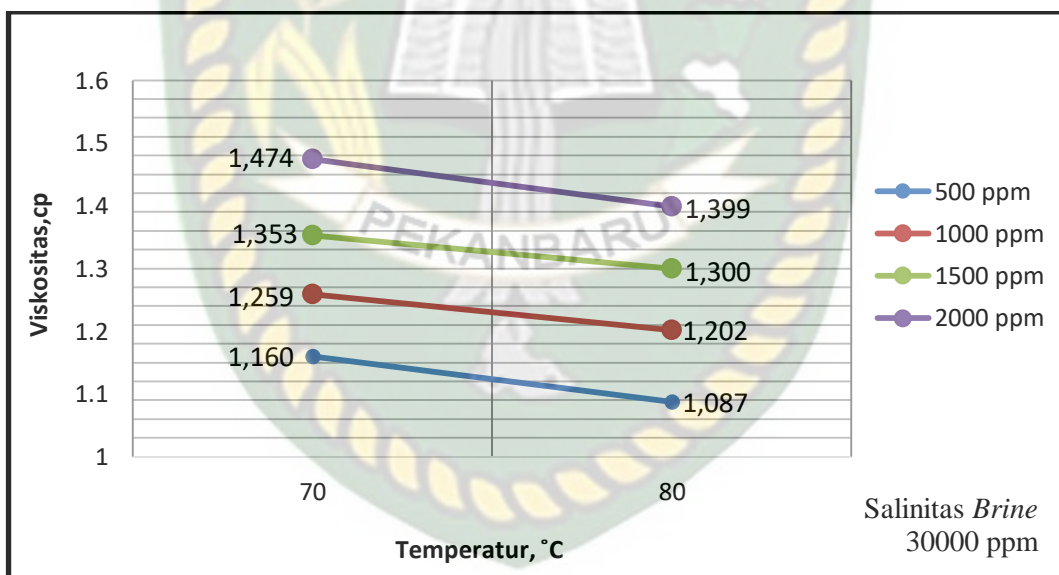
Dari ketiga grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas pati jagung pada skenario salinitas air formasi 5.000 ppm yang ditunjukkan pada **gambar 4.9**, salinitas 30.000 ppm yang ditunjukkan pada **gambar 4.10** dan salinitas 60.000 ppm yang ditunjukkan pada **gambar 4.11** terhadap skenario konsentrasi polimer 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm dan 2000 ppm dengan variasi temperatur 70°C dan 80°C yang ditunjukkan pada gambar tersebut. Terdapat 22 larutan pati jagung dinyatakan *compatible* atau dikatakan berhasil pada uji kompatibilitas. Pada grafik dapat dilihat bahwa hubungan temperatur terhadap viskositas berbanding terbalik. Ketika temperatur dinaikkan maka viskositas polimernya semakin turun.

Pada konsentrasi salinitas *brine* 5.000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm didapati nilai viskositas paling tinggi di suhu 70°C dan konsentrasi polimer 2.000 ppm secara berturut-turut yaitu 2,045 cp, 1,830 cp, 1,523 cp. Sedangkan nilai viskositas paling rendah terdapat di suhu 80°C dan konsentrasi 500 ppm secara berturut-turut yaitu 0,676 cp, 0,588 cp, 0,456 cp. Dari hasil yang didapat ketiganya menunjukkan bahwa terjadinya penurunan viskositas pada polimer pati jagung seiring dengan bertambahnya temperatur. Hal ini disebabkan karena gaya kohesi antara molekul fluida dasar dengan partikel monomer semakin lemah akibatnya nilai viskositas menurun seiring dengan kenaikan temperatur (Irawansyah & Kamal, 2017).

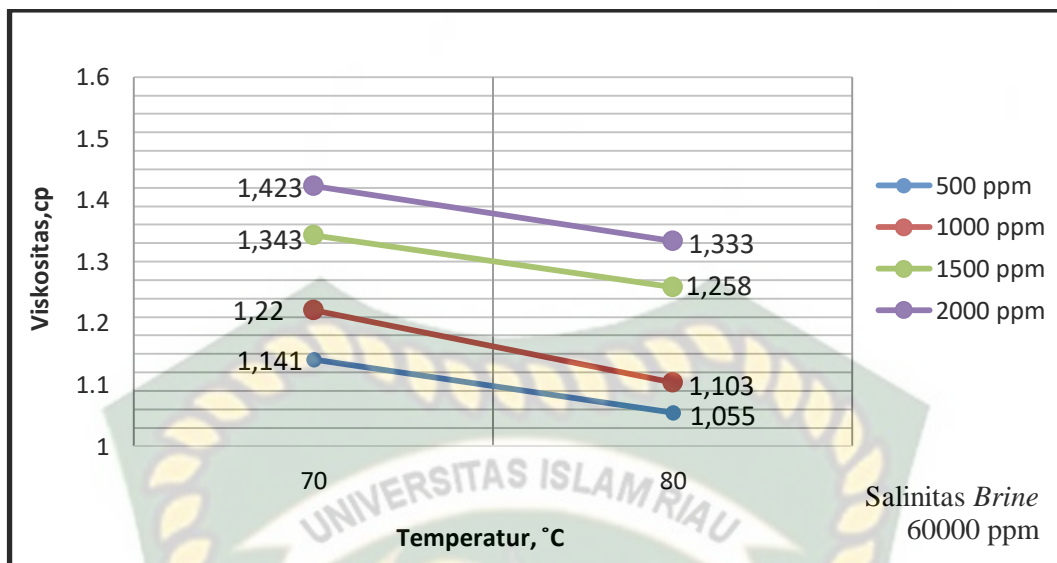




**Gambar 4.12 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas *Xanthan Gum* Pada Salinitas 5000 ppm**



**Gambar 4.13 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas *Xanthan Gum* Pada Salinitas 30.000 ppm**



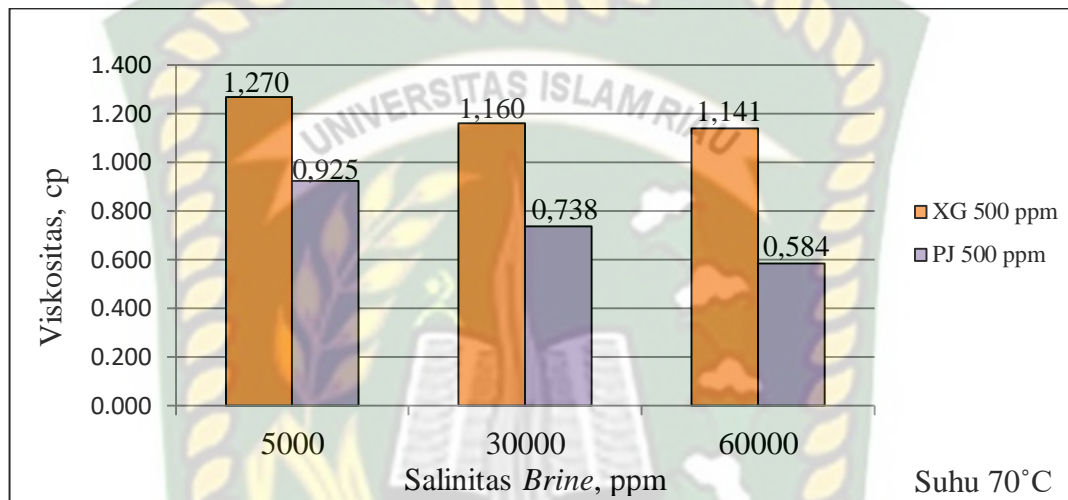
**Gambar 4.14 Grafik Pengaruh Temperatur Terhadap Viskositas *Xanthan Gum* Pada Salinitas 60.000 ppm**

Dari ketiga grafik pengaruh temperatur terhadap viskositas *xanthan gum* pada skenario salinitas air formasi 5.000 ppm yang ditunjukkan pada **gambar 4.12**, salinitas 30.000 ppm yang ditunjukkan pada **gambar 4.13** dan salinitas 60.000 ppm yang ditunjukkan pada **gambar 4.14** terhadap skenario konsentrasi polimer 500 ppm, 1.000 ppm, 1.500 ppm dan 2.000 ppm dengan variasi temperatur 70°C dan 80°C yang ditunjukkan pada gambar tersebut. Terdapat 6 larutan *xanthan gum* dinyatakan *compatible* atau dikatakan berhasil pada uji kompatibilitas. Pada grafik dapat dilihat bahwa hubungan temperatur terhadap viskositas berbanding terbalik. Ketika temperatur dinaikkan maka viskositas polimernya semakin turun.

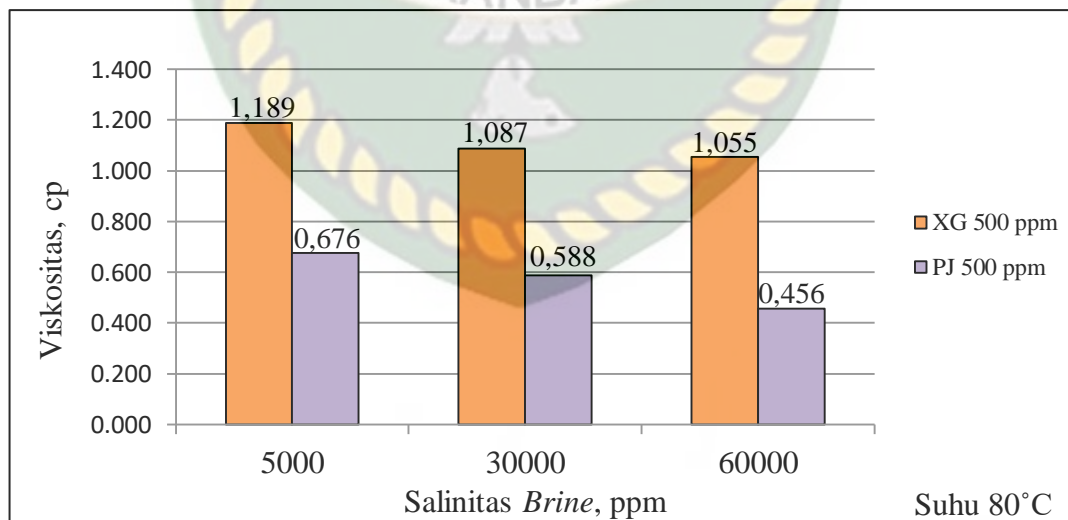
Pada konsentrasi salinitas *brine* 5.000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm didapati nilai viskositas paling tinggi di suhu 70°C dan konsentrasi polimer 2.000 ppm secara berturut-turut yaitu 1,515 cp, 1,474 cp, 1,423 cp. Sedangkan nilai viskositas paling rendah terdapat di suhu 80°C dan konsentrasi 500 ppm secara berturut-turut yaitu 1,189 cp, 1,087 cp, 1,055 cp. Dari hasil yang didapat menunjukkan bahwa terjadinya penurunan viskositas pada polimer *xanthan gum* seiring dengan bertambahnya temperatur. Hal ini disebabkan karena gaya kohesi antara molekul fluida dasar dengan partikel monomer glukosa semakin melemah, akibatnya nilai viskositas menurun seiring dengan kenaikan temperatur (Irawansyah & Kamal, 2017).

#### 4.3.4 Pengaruh Viskositas *Xanthan Gum* dan Pati Jagung

Setelah dilakukan serangkaian percobaan uji viskositas berdasarkan *screening* uji kompatibilitas terhadap biopolimer *xanthan gum* dan biopolimer pati jagung, keduanya kompatibel pada konsentrasi polimer 500 ppm terhadap ketiga jenis salinitas yaitu 5.000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm pada skenario temperatur 70°C dan 80°C. Didapatkanlah hasil perbandingan viskositas keduanya seperti gambar sebagai berikut:



**Gambar 4.15 Perbandingan Nilai Viskositas *Xanthan Gum* (XG) dan Pati Jagung (PJ) Terhadap Konsentrasi Polimer 500 ppm pada suhu 70°C.**

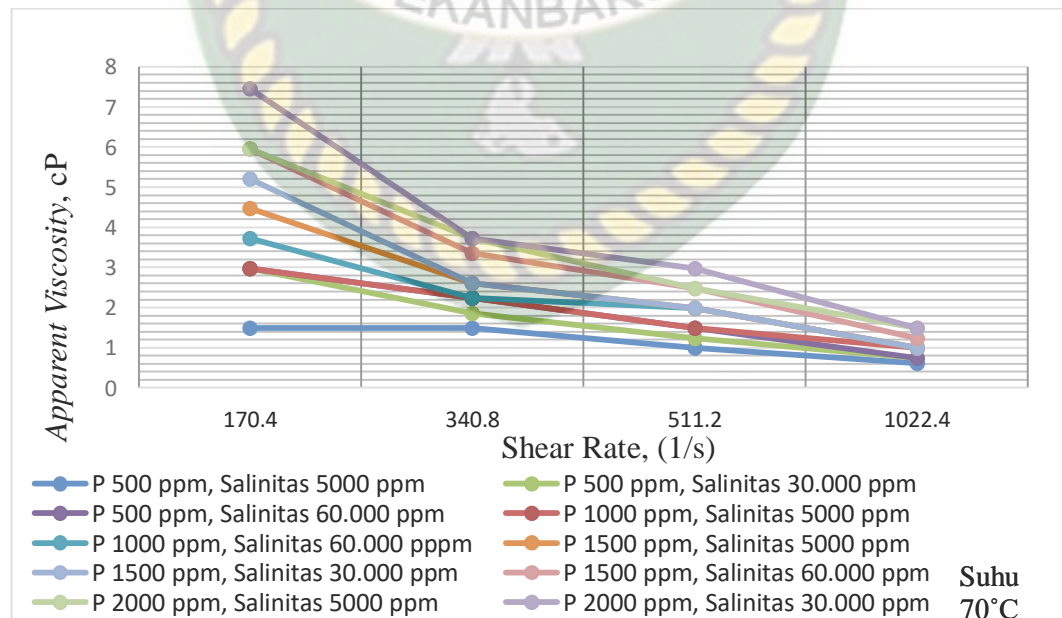


**Gambar 4.16 Perbandingan Nilai Viskositas *Xanthan Gum* (XG) dan Pati Jagung (PJ) Terhadap Konsentrasi Polimer 500 ppm pada suhu 80°C.**

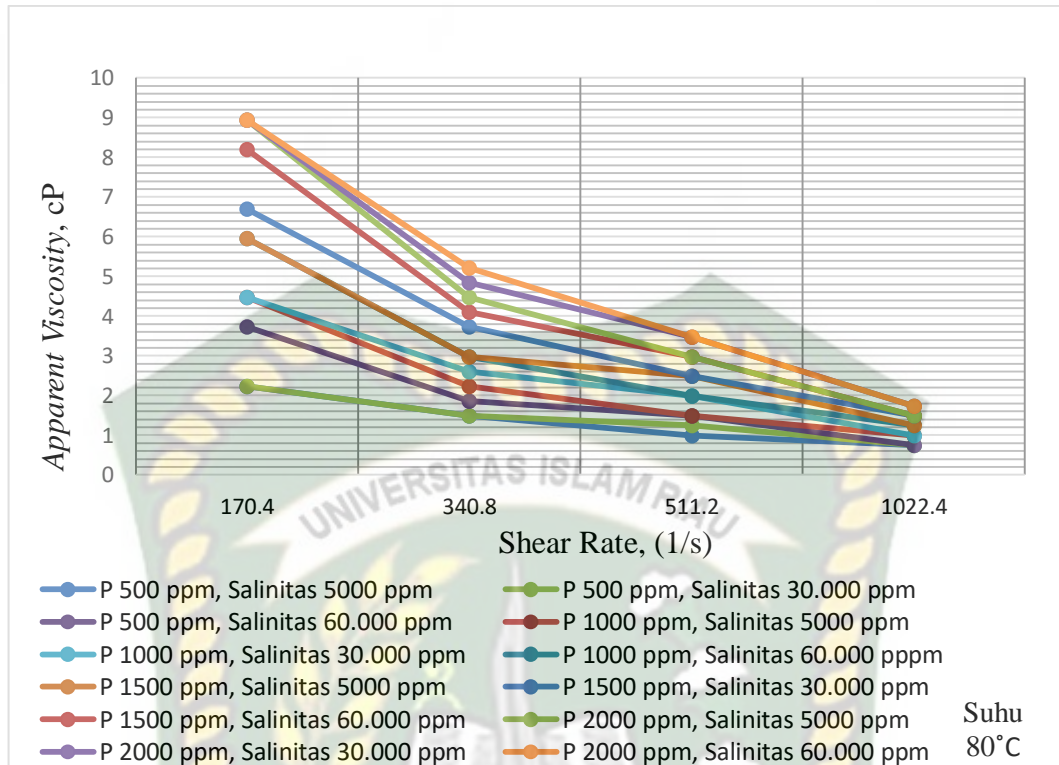
Berdasarkan data viskositas biopolimer *xanthan gum* dan biopolimer pati jagung yang disajikan pada **gambar 4.15** dan **gambar 4.16** menunjukkan bahwa viskositas pati jagung masih sedikit dibawah biopolimer komersil *xanthan gum* dengan presentase yang tidak terlalu jauh.

#### 4.4 Shear Rate Polimer

Larutan polimer termasuk kedalam fluida non-newtonian yang diklasifikasikan sebagai laju geser yang dapat merubah viskositas larutan (Zhang, Li, & Zhou, 2011). Penentuan shear rate berfungsi untuk mengetahui besarnya viskositas pada saat polimer berinteraksi atau bergesek dengan pori batuan/penampangnya (Rahmanto et al., 2017). Fluida non-newtonian ditandai dengan viskositas yang berkurang ketika *shear rate* nya meningkat (Wang, Liu, & Gu, 2003). Fluida non-newtonian terbagi menjadi 2 jenis yaitu *Dilatancy* dan *Pseudoplastic*. *Dilatancy* berarti fluida yang viskositasnya meningkat dengan meningkatnya *shear rate*, sedangkan *pseudoplastic* yaitu fluida yang viskositasnya menurun saat meningkatnya *shear rate* (Eni,H, Suwartiningsih, 2009). Pada penelitian ini, pengujian *shear rate* menggunakan alat *Fann VG Meter* yang ada di laboratorium Pemboran Teknik Perminyakan UIR. Adapun hasil pengujian *shear rate* pada penelitian ini sebagai berikut:



**Gambar 4.17** Grafik Pengaruh *Shear Rate* terhadap *Apparent Viscosity* Polimer Pati Jagung Pada Suhu 70°C

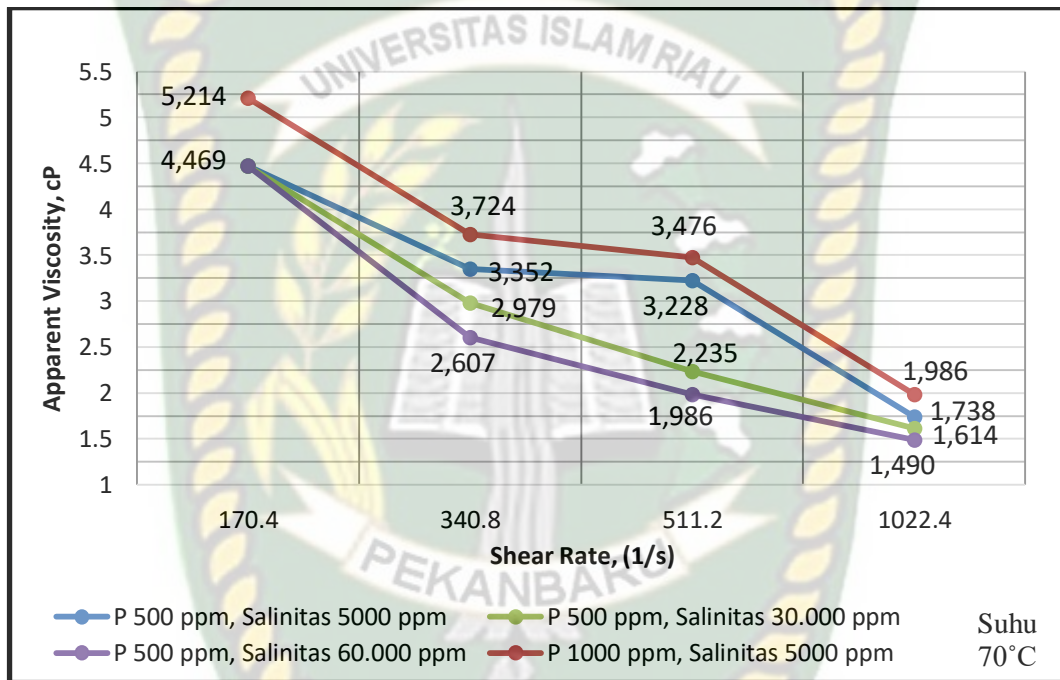


**Gambar 4.18** Grafik Pengaruh *Shear Rate* terhadap *Apparent Viscosity* Polimer Pati Jagung Pada Suhu 80°C

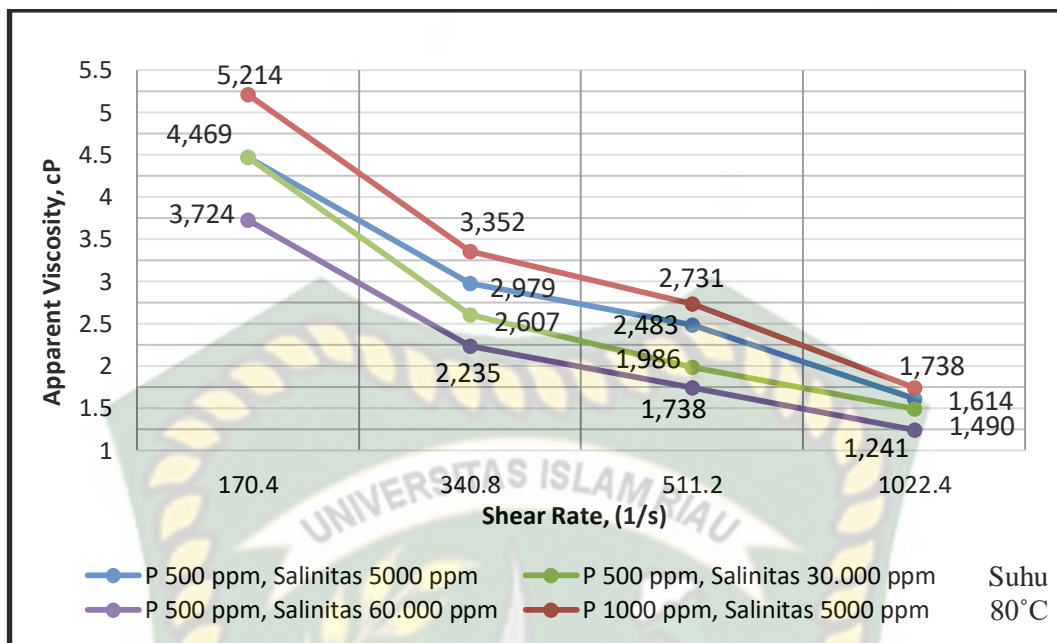
Dari ketiga grafik pengaruh *shear rate* terhadap *apparent viscosity* polimer pati jagung pada skenario temperatur 70°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.17** dan temperatur 80°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.18** terhadap skenario konsentrasi polimer 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm dan 2000 ppm dengan variasi air formasi dengan salinitas 5000 ppm, 30000 ppm dan 60000 ppm yang ditunjukkan pada gambar tersebut. Terdapat 22 larutan pati jagung dinyatakan *compatible* atau dikatakan berhasil pada uji kompatibilitas. Pada grafik dapat dilihat bahwa *shear rate* berbanding terbalik dengan nilai viskositas. Semakin tinggi *shear rate* suatu polimer maka semakin menurun nilai viskositas polimer tersebut.

Pada suhu 70°C didapati nilai viskositas paling tinggi pada konsentrasi polimer 2.000 ppm dan konsentrasi *brine* 30.000 ppm pada *shear rate* 170,4 yaitu 7,449 cp. Nilai viskositas paling rendah pada konsentrasi polimer 500 ppm dan konsentrasi *brine* 5.000 ppm pada *shear rate* 1022,4 yaitu 0,621 cp. Sedangkan pada suhu 80°C didapati nilai viskositas paling tinggi pada konsentrasi polimer 2.000 ppm dan konsentrasi *brine* 5.000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm

memiliki nilai yang sama pada *shear rate* 170,4 yaitu 8,938 cp. Nilai viskositas paling rendah pada konsentrasi polimer 500 ppm dan salinitas *brine* 5.000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm memiliki nilai yang sama pada *shear rate* 1022,4 yaitu 0,745 cp. Dari hasil yang didapat menunjukkan bahwa terjadinya penurunan viskositas nyata seiring dengan kenaikan dari *shear rate*, hal ini disebabkan karena semakin tinggi *shear rate*, hal itu dapat merusak atau melemahkan rantai polimer, hal inilah yang membuat viskositas dari polimer menjadi menurun seiring bertambahnya *shear rate* (Wicaksono & Yuliansyah, 2015).



**Gambar 4.19 Grafik Pengaruh *Shear Rate* terhadap *Apparent Viscosity* Polimer *Xanthan Gum* Pada Suhu 70°C**



**Gambar 4.20 Grafik Pengaruh *Shear Rate* terhadap *Apparent Viscosity* Polimer *Xanthan Gum* Pada Suhu 80°C**

Dari kedua grafik pengaruh *shear rate* terhadap *apparent viscosity* polimer *xhantan gum* pada skenario temperatur 70°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.19** dan temperatur 80°C yang ditunjukkan pada **gambar 4.20** terhadap skenario konsentrasi polimer 500 ppm, 1000 ppm, 1500 ppm dan 2000 ppm dengan variasi air formasi dengan salinitas 5000 ppm, 30000 ppm dan 60000 ppm yang ditunjukkan pada gambar tersebut. Terdapat 6 larutan *xhantan gum* dinyatakan *compatible* atau dikatakan berhasil pada uji kompatibilitas. Pada grafik dapat dilihat bahwa *shear rate* berbanding terbalik dengan nilai viskositas. Semakin tinggi *shear rate* suatu polimer maka semakin menurun nilai viskositas polimer tersebut.

Pada suhu 70°C didapati nilai viskositas paling tinggi pada konsentrasi polimer 1.000 ppm dan konsentrasi *brine* 5.000 ppm pada *shear rate* 170,4 yaitu 5,214 cp. Nilai viskositas paling rendah pada konsentrasi polimer 500 ppm dan konsentrasi *brine* 60.000 ppm pada *shear rate* 1022,4 yaitu 1,490 cp. Sedangkan pada suhu 80°C didapati nilai viskositas paling tinggi pada konsentrasi polimer 1.000 ppm dan konsentrasi *brine* 5.000 ppm pada *shear rate* 170,4 yaitu 5,214 cp. Nilai viskositas paling rendah pada konsentrasi polimer 500 ppm dan salinitas *brine* 60.000 ppm pada *shear rate* 1022,4 yaitu 1,241 cp. Dari hasil yang didapat

menunjukkan bahwa terjadinya penurunan viskositas nyata seiring dengan kenaikan dari *shear rate*, hal ini disebabkan karena semakin tinggi *shear rate*, hal itu dapat merusak atau melemahkan rantai polimer, hal inilah yang membuat viskositas dari polimer menjadi menurun seiring bertambahnya *shear rate* (Wicaksono & Yuliansyah, 2015).





## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan judul penelitian “Studi Laboratorium Awal Pemanfaatan Pati Jagung Sebagai Bahan Alternatif Polimer Untuk Injeksi Kimia” dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada pengujian kompatibilitas larutan polimer dengan total 48 sampel dengan konsentrasi polimer sebesar 500 ppm, 1.000 ppm, 1.500 ppm dan 2.000 ppm terhadap salinitas *brine* sebesar 5.000 ppm, 30.000 ppm dan 60.000 ppm pada variasi temperatur 70°C dan 80°C yang dilakukan di dalam *oven* selama 2 jam, didapat sampel yang *compatible* masing-masing sebanyak 22 sampel biopolimer pati jagung dan 6 sampel biopolimer *xanthan gum* yang *compatible* atau layak digunakan.
2. Berdasarkan pengujian densitas didapat nilai tertinggi yaitu pada konsentrasi 2.000 ppm, salinitas *brine* 60.000 ppm pada suhu 70°C sebesar 1,0339 gr/cm<sup>3</sup>. Kemudian pada pengujian viskositas dinamik dengan menggunakan *viscometer ostwald* didapat nilai tertinggi yaitu pada konsentrasi 2.000 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm pada suhu 70°C sebesar 2,045 cp dan pengujian *shear rate* dengan menggunakan Fann VG Meter didapat nilai *apparent viscosity* terendah pada konsentrasi 500 ppm, salinitas *brine* 5.000 ppm pada suhu 70°C dengan *shear rate* 1022,4 s<sup>-1</sup> sebesar 0,621 cp.
3. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan tentang pengaruh konsentrasi, salinitas, temperature dan *shear rate* terhadap viskositas pati jagung dan *xanthan gum* dapat disimpulkan bahwa semakin besar penambahan konsentrasi polimer yang diberikan maka nilai viskositas dan densitas akan semakin meningkat. Namun semakin tinggi salinitas, temperatur pengujian serta *shear rate* maka viskositasnya akan semakin mengalami penurunan.

## 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah dijabarkan oleh peneliti tentang penelitian yang berjudul “Studi Laboratorium Awal Penggunaan Pati Jagung Sebagai Bahan Alternatif Polimer Untuk Injeksi Kimia” diharapkan Penelitian selanjutnya dapat melakukan pengujian terhadap parameter lain seperti Uji Kelarutan, Ukuran Partikel, Gugus Fungsi, *Gelation time*, *Polimer Adsorption*, *Sweep efficiency*, Filterasi dan Uji Ketahanan *Thermal*.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, A. Z., Puspasari, T., & Nugroho, W. A. (2012). Polymers for enhanced oil recovery technology. *Procedia Chemistry*, 4, 11–16.
- Arina, A., & Kasmungin, S. (2015). Studi Peningkatan Produksi Minyak dengan Metode Injeksi Polimer Ditinjau dari Berbagai Salinitas Air Formasi. *Seminar Nasional Cendekiawan 2015*. Trisakti University.
- Audibert-Hayet, A., Rousseau, L., McGregor, W. M., & Nicora, L. F. (1999). Novel hydrophobically modified natural polymers for non-damaging fluids. *Offshore Europe Oil and Gas Exhibition and Conference*. Society of Petroleum Engineers.
- Coniwanti, P., Laila, L., & Alfira, M. R. (2014). Pembuatan Film Plastik Biodegradabel Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemplastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia UNSRI*, 20(4), 22–30.
- Cornelia, M., Syarief, R., Effendi, H., & Nurtama, B. (2013). Pemanfaatan Pati Biji Durian (*Durio zibethinus* Murr.) dan Pati Sagu (*Metroxylon* sp.) Dalam Pembuatan Bioplastik. *J. Kimia Kemasan*, 35(1), 20–29.
- Denney, D. (2015). Effect of Elasticity on Displacement Efficiency: High-Concentration-Polymer Flooding. *Journal of Petroleum Technology*, 61(01), 50–51.
- Eni, H. (2007). Suwartiningsih, & Sugihardjo. (2007). Studi Penentuan Rancangan Fluida Injeksi Kimia. *Proceedings Simposium Nasional Iatmi*, 10.
- Eni, Hestuti, Suwartiningsih, & Sugihardjo. (2008). Studi Laboratorium Untuk Reaktivitas Lapangan-X Dengan Injeksi Kimia. *IATMI*, 2–13.
- Harjiyanti, Pramono, M. (2013). Total Asam, Viskositas, dan Kesukaan Pada Yoghurt Drink Dengan Sari Buah Mangga (*Mangifera Indica*) Sebagai Perisa Alami. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 2(2), 40–43.
- Hasan, M., Arcana, I. M., Sulastri, Rusman, & Hanum, L. (2007). Plastik Ramah Lingkungan Dari Polikaprolakton Dan Pati Tapioka Dengan Penambahan Refined Bleached And Deodorized Palm Oil (RBDPO) Sebagai Pemplastis Alami Environment. *Jurnal Purifikasi*, 8(2), 133–138.
- Heriyanto, H., Firdaus, I., & Destiani, A. F. (2015). Pengaruh Penambahan Selulosa dari Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dalam

- Pembuatan Biopolimer Superabsorben. *Jurnal Integrasi Proses*, 5(2).
- Irawansyah, H., & Kamal, S. (2017). Effect of Temperature and Volume Fraction on Viscosity and Density of Nano Fluid TiO<sub>2</sub> / Termo XT32 Oil. *Prosiding SNTTM XVI*, 67–69.
- Muhandri, T. (2007). Pengaruh ukuran partikel, NaCl dan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> pada karakteristik amilografi tepung dan pati jagung. *J Teknol Dan Ind Pangan*, 28(2), 109–117.
- Nisah, K. (2017). Study Pengaruh Kandungan Amilosa Dan Amilopektin Umbi-Umbian Terhadap Karakteristik Fisik Plastik Biodegradable Dengan Plastizicer Gliserol Dengan Plastizicer Gliserol. *Jurnal Biotik*, 5(2), 106–113.
- Parera, G. C., & D.E.A., P. D. I. S. S. (2010). Studi Laboratorium Pengaruh Injeksi Polimer CMC-AM Terhadap Perolehan Minyak. *Institut Teknologi Bandung (ITB)*, 1–19.
- Purwaningsih, H., Irawadi, T. T., Mas'ud, Z. A., & Fauzi, A. M. (2012). Rekayasa Biopolimer Jerami Padi dengan Teknik Kopolimerisasi Cangkok dan Taut Silang. *Jurnal Kimia VALENSI*, 2(4).
- Purwanto, W. W., Supramono, D., Muthia, R., & Annisa, G. (2012). Konversi Limbah Kelapa Sawit Menjadi Bio-Oil melalui Proses Catalytic Fast Pyrolysis dan Konversi Limbah Kelapa Sawit Menjadi Bio-Oil melalui Proses. *Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia Dan Musyawarah Nasional APTEKINDO 2012*, (September), 1–10.
- Rahmanto, A. E., Sudibjo, R., & Kasmungin, S. (2017). Injeksi Polimer Dengan Pengaruh Jenis Polimer , Konsentrasi Dan Salinitas Brine Pada Recovery Factor Minyak ( Laboratorium Study). *Seminar Nasional Cendekiawan Ke 3*, (1), 27–32.
- Richana, N., & Sunarti, T. C. (2004). Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Umbi dan Tepung Pati Dari Umbi Ganyong, Suweg, Ubi Kelapa dan Gembili. *J.Pascapanen*, 1(1), 29–37.
- Santoso, A., & Kasmungin, S. (2017). Kajian Awal Laboratorium Mengenai Viskositas Polimer Terhadap Pengaruh Salinitas, Temperatur Dan Konsentrasi Polimer (Laboratorium Study). *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan*, 1–6.

- Sheng, J. J., Leonhardt, B., & Azri, N. (2015). Status of polymer-flooding technology. *Journal of Canadian Petroleum Technology*, 54(02), 116–126.
- Suarni, S., Firmansyah, I. U., & Aqil, M. (2015). Keragaman mutu pati beberapa varietas jagung. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 32(1), 50–56.
- Swinkels, J. J. M. (1990). *Industrial starch chemistry: Properties, modifications and applications of starches*. AVEBE.
- Syed, A. H., Idris, A. K., Mohshim, D. F., Yekeen, N., & Buriro, M. A. (2019). Influence of lauryl betaine on aqueous solution stability, foamability and foam stability. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, 9(4), 2659–2665.
- Wang, W., Liu, Y., & Gu, Y. (2003). Application of a novel polymer system in chemical enhanced oil recovery (EOR). *Colloid and Polymer Science*, 281(11), 1046–1054.
- Wicaksono, H., & Yuliansyah, A. T. (n.d.). Karakterisasi Larutan Polimer KYPAM HPAM untuk Bahan Injeksi dalam Enhanced Oil Recovery (EOR). *Jurnal Rekayasa Proses*, 9(1), 9–15.
- Wicaksono, H., & Yuliansyah, A. T. (2015). *Karakterisasi Larutan Polimer KYPAM HPAM untuk Bahan Injeksi dalam Enhanced Oil Recovery (EOR)*. 9(1), 9–15.
- Widyarso, A., Swadesi, B., Wibowo, W. A., & Sudarmoyo. (2006). Studi Laboratorium Pengaruh Injeksi Polimer Dengan Berbagai Konsentrasi Terhadap Peningkatan Perolehan Minyak Pada Reservoir Karbonat. *IATMI*, (November), 1–9.
- Yasahardja, Y., Setiawan, A., & Prihantini, A. (2017). Studi Awal Pemilihan Polimer Untuk Digunakan Pada Injectivity Dengan Skala Laboratorium. *Jurnal Migasian Akamigas Balongan Indramayu*, 1(2), 19–22.
- Zaitoun, A., Makakou, P., Blin, N., Al-Maamari, R. S., Al-Hashmi, A.-A. R., & Abdel-Goad, M. (2012). Shear Stability of EOR Polymers. *SPE Journal*, 17(02), 335–339.
- Zhang, Z., Li, J., & Zhou, J. (2011). Microscopic Roles of “Viscoelasticity” in HPMA polymer flooding for EOR. *Transport in Porous Media*, 86(1), 199–

214.

Zulaidah, A. (2012). Peningkatan nilai guna pati alami melalui proses modifikasi pati. *Dinamika Sains*, 10(22).

